



**ISEL**

**INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA**  
**Área Departamental de Engenharia Civil**



## **Sustentabilidade Hídrica de Edifícios Habitacionais**

**MÁRCIA HELENA BIBIANO**  
(Licenciada em Engenharia Civil)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre  
em Engenharia Civil – Perfil de Hidráulica

Orientador:

Eng.º Luís Carlos Pais Vaz Tecedeiro

Júri:

Presidente: Doutor João Alfredo Ferreira Dos Santos

Vogais:

Eng.º Luís Filipe de Almeida Mendes

Eng.º Luís Carlos Pais Vaz Tecedeiro

**Janeiro de 2013**

*<Esta página foi intencionalmente deixada em branco>*

---

---

## AGRADECIMENTOS

---

---

A Deus, primeiramente, o que seria de mim sem a fé que eu tenho Nele.

Ao meu esposo, Jorge Lúcio, que com muito carinho e apoio, não mediu esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida.

A minha mãe, Helena Bibiano, pelas palavras de motivação nos momentos difíceis onde me apresentava um pouco desencorajada.

Ao professor, Luís Tecedeiro, pela paciência na orientação e incentivo que tornaram possível a conclusão desta dissertação.

A todos os professores do curso, que foram tão importantes na minha vida acadêmica e no desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço, de uma forma geral, a todos os amigos que no dia a dia perguntavam pelo desenvolvimento deste trabalho e mostravam interesse em ajudar, deixando sempre uma palavra de motivação e estímulo.

A Todos o meu muito obrigada.



*<Esta página foi intencionalmente deixada em branco>*

---

---

## RESUMO

---

---

De acordo com os princípios e diretrizes globais do desenvolvimento sustentável e com vista a melhorar a resiliência dos sistemas de água, torna-se necessária uma mudança substancial nos padrões de produção e consumo da sociedade. Sendo a água um recurso limitado, que é necessário proteger e conservar, o seu uso eficiente é um bem imperativo, que se traduzirá em ganhos ambientais significativos. O impacto sobre este recurso causado pelos edifícios ao longo do seu ciclo de vida, nomeadamente durante a fase de operação, tem como resultado padrões de consumo muito elevados. Diante deste cenário, a introdução de equipamentos economizadores (torneiras, autoclismos, etc...) e a reutilização de águas cinzentas e captação de águas pluviais para usos não potáveis é uma alternativa estratégica, visto que a pressão sobre os recursos de água doce cresce em todo o mundo. Assim, há a necessidade de procurar fontes alternativas de água para reduzir o seu consumo e, conseqüentemente, o seu custo.

Um estudo encomendado pela comissão da União Europeia, estima que a eficiência no uso da água pode ser melhorada em quase 40% só através de melhorias tecnológicas (introdução de equipamentos economizadores), e que com a adição da reutilização da água da chuva e das águas cinzentas este valor poderá subir para o dobro (80%) (Dworak, T. et al., 2007).

Existem vários sistemas de certificação voluntária, onde está inserido uma vertente referente aos sistemas hídricos, tais como o BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*), o LEED (*Leadership in Energy & Environmental Design*), a ANQIP (Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais) e o LiderA, usualmente tidos como referências.

Esta dissertação aborda as ações que podem ser praticadas para a diminuição do desperdício e o aumento da eficiência na utilização da água nas edificações, através de uma revisão bibliográfica e análise crítica. Assim, foi possível concluir que a aplicação de medidas sustentáveis relativas à água apresenta benefícios consideráveis, em termos ambientais e também de redução do consumo de água potável. No entanto, para fomentar o uso eficiente da água, a nível nacional, há ainda um longo caminho a percorrer, apesar de algumas iniciativas já estarem em andamento, como o PNUEA (Plano Nacional para o Uso Eficiente da Água).

### PALAVRAS-CHAVE:

Reutilização de águas cinzentas, Eficiência Hídrica, Aproveitamento de águas pluviais.



*<Esta página foi intencionalmente deixada em branco>*

---

---

## ABSTRACT

---

---

According to the principles and guidelines of sustainable development in order to improve the resilience of water systems, it becomes necessary a substantial change in the production and consumption patterns of the society. Because water is a scarce resource, which is necessary to protect and preserve, their efficient use is an imperative as well, which will result in significant environmental gains. The impact on this resource caused by buildings along their life cycle, including during the operation, has resulted in very high present consumption patterns. In this scenario, the introduction of water-saving equipment and the reuse of greywater and rainwater catchment for non-potable uses is a strategic alternative, since the pressure on freshwater resources increases around the world. So, there is the need to seek alternative water sources to reduce their consumption and hence its cost.

A study commissioned by the EU executive estimates that water efficiency could be improved by nearly 40% via technological improvements alone (introduction of water-saving equipment), and with the inclusion of greywater and rainwater reuse this value would be doubled (80%) (Dworak, T. et al., 2007).

There are several voluntary certification systems, where it is included a part relating water systems, such as BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), the LEED (Leadership in Energy & Environmental Design), the ANQIP (National Association for Quality in Building Installations) and the LiderA, usually taken as references.

This dissertation addresses the actions that can be applied to the reduction of waste and increasing water use efficiency in buildings through a literature review and critical analysis. Thus, it was concluded that sustainable measures relating to water presents considerable environmental benefits, such as reducing the consumption of drinking water. However, in order to promote the efficient use of water, at a national level, there is still a long way to go, although some initiatives are already underway, such as the PNUEA (National Plan for the Efficient Use of Water).

### KEYWORDS:

Greywater, Water Efficiency, Rainwater Harvesting.



*<Esta página foi intencionalmente deixada em branco>*

---

---

# ÍNDICE GERAL

---

---

<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	<b>xiii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1. ENQUADRAMENTO E MOTIVAÇÃO .....	1
1.2. OBJETIVOS .....	2
1.3. METODOLOGIAS E ESTRUTURA DO TRABALHO .....	3
<b>2. USO SUSTENTÁVEL DA ÁGUA EM EDIFÍCIOS</b> .....	<b>5</b>
2.1. IMPORTÂNCIA DA SUSTENTABILIDADE HÍDRICA.....	5
2.2. LEGISLAÇÕES E INCENTIVOS .....	7
2.2.1. Em alguns países do mundo .....	7
2.2.2. Em Portugal.....	14
2.2.3. Comparação entre a situação portuguesa com a de outros países .....	16
2.3. SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO .....	17
2.3.1. Selos de certificação de construção sustentável .....	18
2.3.1.1. BREEAM .....	18
2.3.1.2. LEED.....	19
2.3.1.3. LiderA .....	21
2.3.2. Selos de eficiência hídrica.....	23
2.3.2.1. Eco-Label .....	23
2.3.2.2. WELS ( <i>Water Efficiency Labelling and Standards Scheme</i> ) .....	23
2.3.2.3. ANQIP (Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais).....	25
2.4. ABORDAGEM PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA HÍDRICO SUSTENTÁVEL .....	29
2.4.1. Análise da demanda da água .....	31
2.4.2. Análise da oferta da água .....	32
2.4.3. Estudo da viabilidade técnica e económica .....	33
2.4.4. Elaboração de projeto de sistemas prediais.....	33

---

---

<b>3. PLANO PARA O USO RACIONAL DA ÁGUA .....</b>	<b>35</b>
3.1. INTRODUÇÃO .....	35
3.2. AUDITORIA AO CONSUMO DA ÁGUA .....	36
3.2.1. Atividade 1 - Estudo preliminar do consumo da água.....	36
3.2.2. Atividade 2 - Caracterização do edifício .....	37
3.3. DIAGNÓSTICO DO CONSUMO .....	38
3.4. PROJETO- PILOTO .....	38
3.4.1. Correção das perdas do sistema.....	38
3.4.2. Ações de sensibilização e divulgação.....	39
3.4.3. Substituição de componentes convencionais por economizadores de água .....	39
3.5. AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE REDUÇÃO .....	46
<b>4. APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS .....</b>	<b>47</b>
4.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	47
4.2. QUALIDADE DA ÁGUA PLUVIAL .....	48
4.3. PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA USO NÃO-POTÁVEL .....	50
4.4. SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	52
4.5. COMPONENTES DO SISTEMA .....	53
4.5.1. Superfície da captação.....	53
4.5.2. Órgãos de condução .....	54
4.5.3. Dispositivos de pré -tratamento (filtração).....	55
4.5.4. Reservatório.....	56
4.5.5. Dispositivo de extravasamento ( <i>Overflow</i> ) .....	60
4.5.6. Circuito alternativo de suprimento da rede não potável em caso de necessidade e equipamento de controlo. ....	63
4.5.7. Bombeamento.....	67
4.5.8. Pós- tratamento (filtração e desinfecção).....	69
4.5.9. Rede de distribuição .....	71
4.6. MANUTENÇÃO .....	72
4.7. DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO DE ARMAZENAMENTO.....	73
4.7.1. Premissas do dimensionamento.....	73

---

---

4.7.2.	Métodos de dimensionamento.....	74
4.7.2.1.	Método simplificado alemão.....	75
4.7.2.2.	Método simplificado espanhol.....	75
4.7.2.3.	Método de Rippl.....	75
<b>5.</b>	<b>REUTILIZAÇÃO DE ÁGUAS CINZENTAS.....</b>	<b>77</b>
5.1.	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	77
5.2.	CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA E QUANTITATIVA DAS ÁGUAS CINZENTAS.....	78
5.3.	APLICAÇÃO E PARÂMETROS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS CINZENTAS.....	79
5.3.1.	Descarga de autoclismos.....	79
5.3.2.	Máquina de lavar roupa.....	80
5.3.3.	Rega de jardim.....	80
5.4.	SISTEMA DE REUTILIZAÇÃO DE ÁGUAS CINZENTAS.....	81
5.4.1.	Tipos de sistemas.....	81
5.5.	COMPONENTES DO SISTEMA.....	85
5.6.	MANUTENÇÃO.....	87
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>89</b>
6.1.	CONCLUSÕES.....	89
6.2.	RECOMENDAÇÕES.....	90
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>91</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>97</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>127</b>



*<Esta página foi intencionalmente deixada em branco>*

---

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

---

Figura 1 – Previsão de mudança de precipitação médias anuais (%) para 2030 .....	6
Figura 2 - Áreas e vertentes do Certificado LiderA. ....	22
Figura 3 - Logótipo Ecolabel.....	23
Figura 4 - Rótulo ecológico WELS (geral e para autoclismo). ....	24
Figura 5 - Sistema de certificação e rotulagem de eficiência hídrica ANQIP .....	26
Figura 6- Distribuição dos consumos urbanos .....	29
Figura 7- Distribuição dos consumos domésticos de habitação de edifício multifamiliar .....	29
Figura 8 - Sistematização de um plano de sustentabilidade hídrica num edifício.....	30
Figura 9- Plano para uso racional da água.....	35
Figura 10 - Sistema de regularização de caudal de duches e chuveiro com sistema economizador acoplado. ....	40
Figura 11 - Autoclismo com dupla descarga, válvulas economizadoras e sanita suspensa com triturador integrado, consecutivamente. ....	41
Figura 12- Dispositivo de interrupção automática da descarga do autoclismo .....	41
Figura 13 - Amplificadores da velocidade de descarga.....	42
Figura 14 - Arejadores (a); Pulverizadores (b); Regulador de caudal (c); Prolongador (d) .....	43
Figura 15 - Torneira monocomando.....	43
Figura 16 - Torneira com sistema termóstato.....	43
Figura 17 - Torneira com temporizador .....	44
Figura 18 - Torneira com acionamento por sensor infravermelho .....	44
Figura 19 - Etiqueta informativa de máquina de lavar roupa e loiça .....	45
Figura 20 - Sistema convencional de aproveitamento de águas pluviais. ....	52
Figura 21 - Caleiras com grade de proteção.....	54
Figura 22 - Esquema indicativo do dispositivo de desvio de primeiras águas .....	55
Figura 23 - (a) Filtro localizado no tubo de queda (b) Filtro enterrado antes do reservatório (c) Filtro no interior do reservatório. ....	56
Figura 24 - Reservatório de armazenamento com uma câmara de decantação/sedimentação .....	56
Figura 25 - Reservatório de armazenamento e seus componentes básicos .....	57
Figura 26 - Sistema de overflow com proteção em malha metálica (a) e válvula de prevenção de "backflow" (b).....	63
Figura 27 - Sistema RMQ da empresa Grundfos .....	64
Figura 28 - Sistema de circuito alternativo automático de água potável da rede pública .....	65
Figura 29 - Micro-tanque de pressão incorporado na bomba e no painel de controlo (Grundfos).....	69
Figura 30 - Tratamento de desinfecção U.V .....	70

---

---

Figura 31 - Exemplo de sinalética para pontos de redes de água não potável.....	72
Figura 32 - Sistema de reutilização de água direta.....	82
Figura 33 - Sistema de reutilização de curta retenção.....	83
Figura 34 - Sistema básico físico/químico .....	83
Figura 35 - Esquema típico de sistemas biológicos.....	84
Figura 36 - Esquema típico de sistemas físicos/ biológicos.....	84
Figura 37 - Sistemas mistos -reutilização de águas cinzentas e pluviais.....	85

---

---

## ÍNDICE DE TABELAS

---

---

Tabela 1- Os custos de funcionamento para a água em Berlim (4 pessoas por residência). .....	9
Tabela 2 - Resumo das ambições estatais da Austrália para a gestão dos recursos hídricos.....	13
Tabela 3- Categorias do BREEAM.....	18
Tabela 4- Pontuação relativa ao consumo interno.....	19
Tabela 5 - Pré- requisitos para o LEED <i>for Homes</i> .....	20
Tabela 6 - Categorias de usos eficiente da água do LEED <i>for Homes</i> .....	20
Tabela 7 - Tipos de Certificados .....	25
Tabela 8- Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica para os autoclismos.....	27
Tabela 9- Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica para os chuveiros e sistemas de duche .....	27
Tabela 10 - Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica para as torneiras de lavatório. .....	27
Tabela 11 - Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica para as torneiras de cozinha. ....	28
Tabela 12- Categorias de eficiência hídrica de máquinas de lavar loiça.....	28
Tabela 13 - Categorias de eficiência hídrica de máquinas de lavar roupa.....	28
Tabela 14 - Síntese dos parâmetros de qualidade de água dos regulamentos portugueses .....	50
Tabela 15- Parâmetros para qualidade de água de chuva para fins não potáveis- BS 8515/2009.....	51
Tabela 16- Valores dos coeficientes de escoamento .....	54
Tabela 17 - Vantagens e desvantagens do reservatório acima do solo ou enterrado.....	58
Tabela 18 - Materiais para reservatório de aproveitamento de águas pluviais e suas características. ....	59
Tabela 19 - Possíveis dispositivos de <i>overflow</i> .....	61
Tabela 20 - Comparação das vantagens e desvantagens da localização e dos métodos de <i>overflow</i> ....	62
Tabela 21 - Vantagens e desvantagens do circuito alternativo manual ou automático .....	65
Tabela 22 - Equipamentos de controlo utilizado na construção do circuito alternativo de água para o reservatório.....	66
Tabela 23- Métodos de tratamento instalados após o reservatório.....	70
Tabela 24 - Frequência de inspeção para o sistema de aproveitamento de águas pluviais .....	72
Tabela 25 - Consumos unitários e anuais por dispositivo ou utilização.....	74
Tabela 26 - Quantidade de águas cinzentas em edifícios residenciais com dispositivos eficientes .....	79
Tabela 27 - Limites para os parâmetros de qualidade das águas cinzentas para uso em descarga de autoclismo. ....	80
Tabela 28 - Limites para os parâmetros de qualidade das águas cinzentas para uso em rega de jardim privado.....	81

---

---

Tabela 29 - Cronograma de inspeção e manutenção de um sistema de reutilização de águas cinzentas ..... 87

---

---

# 1. INTRODUÇÃO

---

---

## 1.1. ENQUADRAMENTO E MOTIVAÇÃO

Perante as preocupações do mundo em relação às alterações climáticas e as evidências, demonstradas por cientistas, do contributo do impacto das atividades do homem no planeta, são notórias as necessidades de alteração dos padrões de vida atuais.

Os princípios do desenvolvimento sustentável configuram-se como uma das razões da mudança dos paradigmas da sociedade atual. Estas alterações decorrem da necessidade de reduzirmos o consumo de recursos e aumentarmos o potencial de reciclagem e reaproveitamento dos resíduos gerados. Neste âmbito, é necessário repensar os padrões de produção e consumo nos diversos setores da atividade humana e, entre estes, os recursos hídricos, que se mostram um bem essencial para a vida humana e que, embora renováveis, apresentam-se distribuídos de forma desigual, sendo em muitas regiões insuficiente face às necessidades.

Para percebermos até que ponto a água é valiosa, basta dizer que 97,5% da que existe no planeta é salina, portanto, imprópria para consumo humano ou para a agricultura. E, do total de água doce, que é 2,5%, aproximadamente, 68,9% está presa no gelo e glaciares, portanto, também inacessível. Na realidade, aproximadamente 1% da água total da Terra é utilizável pelos humanos e os rios representam apenas 0,0002% da água total, num volume que se calcula ser de 2120 quilómetros cúbicos (USGC, 2012). Perante isto e visto que é amplamente divulgado pela comunicação social e em trabalhos técnico-científicos o aumento da seca ou escassez da água em todo o mundo, inclusive em Portugal, onde em fevereiro de 2012, foi registado uma das piores secas dos últimos 80 anos, há que proteger e conservar a água, um recurso limitado. O seu uso eficiente é um bem imperativo, que se traduzirá em ganhos ambientais significativos.

Segundo previsão da Organização das Nações Unidas (ONU), o crescimento da população mundial entre 2010 e 2050 será de, aproximadamente, 2000 milhões de pessoas ( $\approx 145$  mil pessoas por dia) (UN DESA, 2009). Assim, se o consumo *per capita* se mantiver, o planeta terá apenas algumas décadas garantidas e a partir daí a demanda será maior que a oferta. É de salientar que nos últimos 100 anos a população mundial triplicou, e o consumo de água com as atividades humanas cresceu cerca de seis vezes (Pedroso, 2009).

De acordo com Pedroso (2009), apesar de Portugal apresentar um baixo desenvolvimento em relação a outros países europeus, ainda apresentamos um consumo elevado de água potável. Neste sentido, torna-se necessário a tomada de medidas para um consumo racional da água, considerando os motivos referidos, que indiciam a tendência para o aumento do consumo a nível mundial e nacional.

A preocupação com a sustentabilidade hídrica dos edifícios é uma realidade em todo o mundo, uma vez que o impacto causado ao longo do seu ciclo de vida (conceção, construção, operação e

remodelação), sobre este recurso, nomeadamente durante a fase de operação, tem como resultado padrões de consumo muito elevados.

Como reflexo da preocupação com o meio ambiente, foram criados vários sistemas de certificação voluntária de avaliação da sustentabilidade, uns em relação aos edifícios, como o BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*) e o LEED (*Leadership in Energy & Environmental Design*), usualmente tidos como referência a nível internacional, o LiderA (Sistema de avaliação da sustentabilidade), a nível nacional, e outros em relação aos equipamentos, onde se destacam-se na Europa o Eco-Label e o WELS (*Water Efficiency Labelling and Standards Scheme*), e a nível nacional a ANQIP (Associação Nacional Para a Qualidade nas Instalações Prediais).

Observa-se que, além da economia financeira, os benefícios apresentados pela utilização sustentável da água, dizem respeito à diminuição do consumo da água potável e redução de carga poluente sobre o meio ambiente.

Perante isto e de acordo com os princípios e diretrizes globais do desenvolvimento sustentável, com vista a melhorar a resiliência dos sistemas de água, torna-se necessária uma mudança substancial nos padrões de produção e consumo da sociedade. Dentro deste contexto, observa-se que a introdução de equipamentos economizadores (torneiras, autoclismos, etc.) e a reutilização de águas cinzentas e captação de águas pluviais para usos não potáveis é uma alternativa estratégica, visto que as pressões sobre os recursos de água doce crescem em todo o mundo. Assim, há a necessidade de procurar fontes alternativas de água para reduzir o seu consumo e, conseqüentemente, o seu custo.

## 1.2. OBJETIVOS

Esta dissertação tem como objetivo geral o estudo de práticas sustentáveis em relação ao uso da água nas edificações, seja através de um sistema de reutilização de águas cinzentas residenciais e / ou de um sistema de aproveitamento de águas pluviais, com o intuito de apresentar métodos de tratamento e armazenamento para o uso não potável em edifícios novos e, nos edifícios existentes, apresentar diretrizes para a realização de uma auditoria ao sistema de instalações prediais a fim de estimular a redução do consumo, visando assim um uso eficiente da água nos edifícios habitacionais e uma melhor resiliência das cidades.

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- ✓ Mostrar a importância do uso sustentável da água.
- ✓ Estabelecer processos de implementação de sistemas de reutilização de água para fins não potáveis, através do estudo da demanda e oferta.
- ✓ Estabelecer medidas para a realização de auditorias de consumo nos edifícios existentes.

- ✓ Apresentar equipamentos que possuem tecnologia de redução do consumo de água nas edificações.
- ✓ Identificar os pontos de consumo não potáveis onde águas cinzentas residenciais e águas pluviais poderão ser utilizadas após tratamento, sem riscos para a saúde de seus usuários.
- ✓ Avaliar através de pesquisa as condições construtivas e características necessárias para a reutilização de águas cinzentas e aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis.

### **1.3. METODOLOGIAS E ESTRUTURA DO TRABALHO**

A dissertação consiste numa pesquisa bibliográfica e sua análise crítica. Serão pesquisadas soluções propostas a nível científico e as disponíveis no mercado. A pesquisa bibliográfica será feita através de livros, monografias, revistas científicas e técnicas, catálogos de produtos e estudos de investigação realizados anteriormente sobre os vários temas referidos ao longo desta dissertação, reforçando a sua fiabilidade e a credibilidade da informação. Com os dados obtidos será feita uma avaliação crítica da eficácia das soluções apresentadas.

A estrutura do trabalho é composta por seis capítulos, dos quais o primeiro é a presente Introdução, onde é feita a apresentação genérica do trabalho, suas motivações, objetivos e metodologias.

No segundo capítulo é dado um panorama do uso sustentável da água em edifícios, mostrando a sua importância diante de preocupações de busca por cidades cada vez mais resilientes e de evidências de consumos elevados de água potável para fins não potáveis. Este capítulo apresenta também o desenvolvimento a nível nacional e internacional relativo às normas e legislações que fomentam o uso eficiente dos recursos hídricos. Aqui é ainda tratado a origem, objetivos e características dos sistemas de certificação anunciados. E no final apresenta-se um processo de implementação de sistemas hídricos sustentáveis em edifícios novos e existentes, referindo as principais medidas que nas edificações existentes conduzem uma maior economia do uso da água, e nos edifícios novos (em fase de projeto) à sua reutilização, seja de águas pluviais ou cinzentas.

No terceiro capítulo dá-se a conhecer o enquadramento do processo de medidas hídricas sustentáveis em edifícios existentes, fazendo assim uma auditoria do consumo de água, conhecendo os costumes dos moradores em relação ao consumo e também se existem fugas/perdas de água que possam ser sanadas na edificação, visando a possibilidade em apresentar propostas de melhoria às instalações hidráulicas, procurando economias significativas, seja em relação ao custo ou ao uso da água. São ainda apresentados uma variedade de equipamentos com função de redução de consumo.

No quarto capítulo aborda-se as condições para implementação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais. Inicialmente faz-se uma breve introdução; em seguida apresentam-se as principais características qualitativas da água pluvial e também os requisitos exigidos em termos legislativos;

seguidamente indicam-se os aspetos construtivos das infraestruturas necessárias e os cuidados essenciais de manutenção. Expor-se-ão igualmente as etapas necessárias para o dimensionamento do reservatório para aproveitamento das águas pluviais.

No quinto capítulo são apresentadas as condições para implementação de sistemas de reutilização de águas cinzentas. Inicialmente faz-se uma breve introdução; em seguida apresentam-se as principais características qualitativas e quantitativa das águas cinzentas e também os requisitos exigidos em termos legislativos; seguidamente tem-se a preocupação de apresentar os aspetos construtivos das infraestruturas necessárias e os cuidados fundamentais de inspeção e manutenção do sistema.

No sexto capítulo são apresentadas as conclusões finais decorrentes do presente trabalho, bem como possíveis desenvolvimentos futuros.

---

## 2. USO SUSTENTÁVEL DA ÁGUA EM EDIFÍCIOS

---

### 2.1. IMPORTÂNCIA DA SUSTENTABILIDADE HÍDRICA

Os movimentos ambientalistas vêm desde a década de setenta do século passado, onde se colocaram diversos temas em discussão, nomeadamente recursos naturais, a energia e o ambiente em geral. Este cenário foi impulsionado pela publicação do livro de Donella Meadows, “*The Limits to Growth*”, que apontava para realidades catastróficas, argumentando que o consumo desenfreado e o crescimento económico no nosso planeta estavam a levar a Terra em direção à “superação” da sua capacidade e, em seguida, ao desastre.

Em 1972 a Conferência de Estocolmo, traz a discussão sobre a interligação entre o desenvolvimento humano e o desenvolvimento ambiental e, em 1987, na Comissão de Brundtand, surge a primeira definição que hoje conhecemos para o desenvolvimento sustentável, que é o desenvolvimento que responde às necessidades das gerações presentes sem comprometer a possibilidade de satisfazer essas mesmas necessidades às gerações futuras (WCED, 1987).

Um marco para a sustentabilidade hídrica, foi a Agenda 21, Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento Humanos e Fórum Global, realizado no Rio de Janeiro/Brasil em 1992, onde foi proposto e posteriormente decretado pela Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas, através da Resolução A/RES/47/193 de 21 de fevereiro de 1993, que o dia 22 de março de cada ano fosse o Dia Mundial da Água (DMA), para chamar a atenção para a importância da água e da sua proteção através de uma gestão sustentável. Assim, todos os anos neste dia é destacado um tema específico sobre a temática da água (UN,1993).

Atualmente, colocar em prática atitudes sustentáveis relativas à água é fulcral, pois estimativas sobre o crescimento da população mundial indicam que, em 2050, a população do globo será de 9 mil milhões de pessoas, estando mais que 60% a viver em meio urbano. Associado a isto, destaca-se a questão das alterações climáticas e do respetivo impacto futuro nos recursos hídricos e nos eventos hidro-meteorológicos.

De acordo com os cenários e as simulações executadas através de modelos matemáticos, baseados em equações e hipóteses consideradas razoáveis face aos conhecimentos atuais, mas cujo resultados ainda envolvem incertezas, considera-se ser provável que as alterações climáticas possam vir a ter efeitos em alguns processos associados à água, nomeadamente: variação das disponibilidades de água; alterações nos padrões de precipitações e da ocorrência de cheias, de secas e de outros eventos extremos; subida do nível médio do mar; alterações da temperatura média na atmosfera (Almeida, 2011).

Os regimes hidrológicos mudaram nas últimas décadas, inclusive em Portugal, tornando-se cada vez mais difícil prever o futuro. A figura abaixo, na região verde, onde se inclui Portugal, ilustra

que existe uma variabilidade de alteração da precipitação média anual, estimada entre -5 a 5%, face aos valores registados entre 1979 - 2001, variabilidade essa que poderá verificar-se em qualquer ano até 2030.

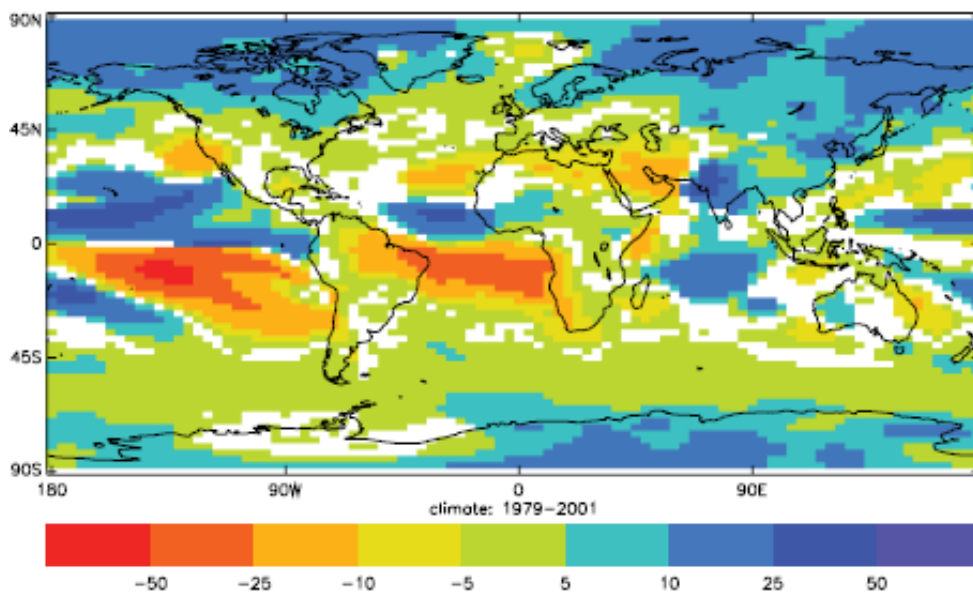


Figura 1 – Previsão de mudança de precipitação médias anuais (%) para 2030

Fonte: WHO, vision 2030: the resilience of water supply and sanitation in the face of climate change (pg.9).<  
[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/vision\\_2030\\_9789241598422.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/vision_2030_9789241598422.pdf)>

O aumento da temperatura da água e as alterações na periodicidade e nos volumes de água de escoamento devem produzir mudanças desfavoráveis na qualidade das águas de superfície que, por sua vez, afetarão a saúde humana. Como resultado das possíveis mudanças climáticas, a temperatura das águas de superfície mais elevadas acelerarão a produtividade biológica, aumentando as quantidades de bactérias e fungos na água e promovendo aflorações de algas. Estas aflorações de algas – algumas com potencial para criarem toxinas que representam riscos sérios para a saúde humana e dos ecossistemas – ocorrerão devido a aumentos de concentrações de nutrientes nas águas, provocadas por atividades humanas.

Perante isto, é fundamental adotar comportamentos que visem tornar as cidades resilientes<sup>(1)</sup>, comprometidas com as metas de desenvolvimento sustentável, apoiadas pelas organizações internacionais.

É importante reconhecer que edifícios resilientes podem oferecer incentivos para os setores de água e saneamento, uma vez que os investimentos em estações de tratamento de água estão constantemente aquém das demandas impostas pelo crescimento demográfico, fazendo com que parte dos efluentes permaneçam sem tratamentos; assim reduzir-se-á a pressão sobre sistemas centralizados de abastecimento e tratamento de água e diminuir-se-á a necessidade de expandir as redes. Se a sociedade tem tendência a aglomerar-se em grandes centros urbanos, deve então contribuir para

<sup>(1)</sup> Resiliência: capacidade que a “cidade” terá em adaptabilidade, evolução e crescimento, face a um evento extremo ou inesperado, por exemplo: cheias.

enfrentar os desafios ecológicos, tornando as cidades parte da solução para amenizar os efeitos das mudanças climáticas.

Além dos efeitos das alterações climáticas, o crescimento das atividades económicas e a manutenção das condições de qualidade de vida da população dependem da sensibilização da importância desse recurso estratégico, que é a água, e respetivamente de seu uso de forma racional por todos os setores. Segundo o Instituto Nacional da Água (INAG, 2010) a ineficiência nacional no uso da água corresponde a 41% da procura total, ou seja, 3 100 000 000 m<sup>3</sup>/ano são desperdiçados. Este volume ineficientemente utilizado representa um custo para o país em cerca de 0,64% do PIB, isto é, 728 000 000 €/ano que são desperdiçados e que acabam por não ser utilizados com a devida eficiência. Por isso, são necessárias análises para desenvolvimento de sistemas que buscam soluções alternativas para o aumento da oferta da água, como por exemplo a reutilização de água cinzentas, recolha, tratamento e utilização da água pluvial, como também a diminuição do desperdício e perdas.

Um estudo encomendado pelo comissão da União Europeia e publicado em agosto de 2007, estima que a eficiência no uso da água pode ser melhorada em quase 40% só através de melhorias tecnológicas (introdução de equipamentos economizadores), com a adição da reutilização da água da chuva e cinzentas este valor iria para o dobro (80%), (Dworak et al.,2007).

Nas áreas urbanas, o potencial para a introdução de reutilização de águas residuais é bastante elevado, e as opções de reutilização podem desempenhar um papel significativo no controlo do consumo de água e reduzir a sua carga poluente sobre o meio ambiente. Uma grande percentagem de água utilizada para atividades urbanas não precisa de qualidade tão elevada como a de água potável. Sistemas de distribuição dupla (uma para água potável e outro para água de reuso) têm sido utilizados amplamente em vários países, especialmente em cidades altamente concentradas dos países desenvolvidos. Este sistema torna utilizáveis águas residuais tratadas para várias atividades urbanas, como fonte alternativa de água na área, e contribui para a conservação dos recursos hídricos limitados. Na maioria dos casos, secundariamente, as águas residuais domésticas, tratadas, seguidas de filtração e desinfecção são utilizadas para fins não-potáveis, como descarga do autoclismo, lavagem de carros, irrigação do jardim, parque ou outro espaço aberto de plantio e para o combate a incêndios (Japan Sewage Works Association, 2005 apud UNEP,2012).

## **2.2. LEGISLAÇÕES E INCENTIVOS**

### **2.2.1. Em alguns países do mundo**

A implementação de fontes alternativas de água é uma ferramenta útil para o desenvolvimento de cidades sustentáveis, no entanto requer medidas de proteção à saúde e ao meio ambiente para viabilizar o seu uso. Por isto, é necessário que institutos de normalização criem diretrizes com especificações que ultrapassem os condicionantes, tais como ligações cruzadas com rede da água

potável, incrustações, corrosão, aceitação pública, entre outros, para fomentar um sistema de reutilização bem-sucedido.

Vários países têm normativas que ditam as diretrizes para utilização de água residuais em edifícios. Iremos abordar alguns países que fazem parte da União Europeia e países terceiros.

É importante ressaltar que a nível europeu ainda não temos uma norma relativa à reutilização de águas cinzentas e ao aproveitamento de águas pluviais. No entanto já existe um grupo de trabalho (CEN/TC 165/WG 50) que está a desenvolver uma norma europeia, prevendo-se que entre em vigor em 2014.

A Alemanha, é o país europeu líder na promoção dos sistemas de recolha de águas das chuvas. Com esta prática ameniza problemas de sobrecarga de esgotos que afetam a qualidade da água de rios, lagos e aquíferos subterrâneos, das grandes cidades alemãs. A norma da *Deutsches Institut für Normung* (DIN) para aproveitamento da água de chuva é a DIN 1989. Apresenta-se dividida em quatro partes.

A primeira parte (DIN 1989-1), aprovada em abril de 2002, se aplica a sistemas que utilizam água da chuva em residências, escritórios comerciais e industriais, bem como em organizações públicas. A água reaproveitada destina-se a uso não potável, tal como a descarga de autoclismo, ar condicionado, lavagem de veículos, para a rega de áreas verdes, entre outros. A norma trata de assuntos relevantes para o sistema, tais como, características da superfície de recolha, tratamento da água (filtração, sedimentação e tratamento especial), elementos acessórios do sistema, características do sistema de bombeamento, tubulações e sua marcação, *backflow*<sup>(2)</sup>, descarga de emergência (*overflow*), dimensionamento de reservatórios, operação, inspeção e manutenção.

Na segunda parte (DIN 1989-2), aprovada em agosto de 2004, estabelece os padrões e os testes mecânicos para filtros que estão instalados no sistema.

A terceira parte (DIN 1989-3), aprovada em agosto de 2003, estabelece os padrões e os testes dos reservatórios e cisternas fabricados ou realizada *in loco*.

Na quarta e última parte (DIN 1989-4), aprovada em agosto de 2005, estabelece os padrões e os testes para as unidades suplementares de alimentação para o reservatório e para a unidade de controlo do sistema de bombeamento.

Em relação ao aproveitamento de águas cinzentas não existe normalização, no entanto, existe uma diretriz da *Association for Rainwater Harvesting and Water Utilisation* (*fbr - Fachvereinigung Betriebs-und Regenwassernutzung e.V.*), a H201- *Information Sheet- Greywater Recycling*, que serve de guia de orientação para fundamentos e operações do sistema de águas cinzentas. Na Alemanha, o primeiro projeto oficial de aproveitamento de águas cinzentas, foi em Berlim em 1989.

Hoje em dia, cerca de 300-400 sistemas de reciclagem de águas cinzentas estão operando na Alemanha, com diferentes conceitos. Alguns destes sistemas foram removidos logo após a instalação

---

<sup>(2)</sup> Retorno de águas da chuva ao ciclo convencional, com origem na descarga de emergência (*overflow*) da cisterna ou no equipamento de filtragem.

devido à falta de aceitação pública, enquanto alguns outros só foram removidos após de 10 anos de utilização bem sucedida (Nolde, 2005).

Em algumas cidades alemãs (Ex. Berlim), a adoção de sistemas de aproveitamento das águas pluviais é muito incentivada. Quem não possui este sistema paga uma taxa por cada metro cúbico de água que corre para o esgoto.

O cálculo da água despejada no esgoto por cada casa é feito com base na área de telhado e de pavimento da casa, sendo detetada com base na frequência de *overflow* para o esgoto municipal. Se nenhuma conexão ao esgoto existir, nenhuma taxa será cobrada relativo à água da chuva. O tarifário de consumo de água e saneamento é cobrado em separado e compreende os valores de 2,027 €/m<sup>3</sup> (Berlim) e 2,17 €/m<sup>3(3)</sup>, respetivamente. Adicionado a esta, tem a taxa da água da chuva de 1,90 €/m<sup>2</sup> (Berlim) de superfície (Reichmann et al., 2007; Derek, 2012; Hotel&Technik, 2012). Manifesta-se aqui uma separação entre taxar a água consumida, que pode ser substituída em parte por águas pluviais/águas cinzentas e as águas residuais, cuja produção se mantém inalterada.

A tabela abaixo mostra os custos anuais de encargos domésticos de água e esgoto para quatro tipologias (A, B, C e D) de instalações habitações onde vivem quatro pessoas em Berlim. (Reichmann et al., 2007).

Tabela 1- Os custos de funcionamento para a água em Berlim (4 pessoas por residência).

Residências	Medidas aplicadas				Impactos		
	Acessórios de economia de água	Utilização de aproveitamento de água (WC, jardim e maquina de lavar roupa) [1]	Utilização de águas cinzentas (WC) [2]	Infiltração de água da chuva	Água potável / esgoto (em litros por pessoa e dia)	Taxa por área de telhado (m <sup>2</sup> ) [3]	Os custos de funcionamento (em euros)
A	(-)	(-)	(-)	(-)	140/140	120	1085,87
B	(+)	(-)	(-)	(-)	100/100	120	840,76
C	(+)	(+)	(-)	(+)	50/100	0	464,79
D	(+)	(-)	(+)	(+)	65/65	0	398,30

(+) medidas aplicadas ; (-) medidas não aplicadas

[1] Sem conexão com o esgoto

[2] As águas cinzentas: faz parte da família das águas residuais que é livre de material fecal.

[3] Telhado e área de superfície conectada selado: 120 m<sup>2</sup> (Atualizado: janeiro de 2012).

Fonte: Adaptado de (Reichmann et al., 2007).

Em relação a incentivos financeiros, a cidade de Hamburgo atribui um subsídio de até 50% do custo; já na cidade de Bremen o subsídio pode chegar a um terço do custo (com um máximo de € 2000). Em Berlim, a *Berliner Wasserbetriebe* (concessionária local) implementou um programa de medidas, incluindo incentivos monetários para telhados verdes e sistemas hídricos sustentáveis em propriedades privadas (Butler e Ward, 2009). Adicionado a isto, a crescente demanda e alta de

<sup>(3)</sup> Valor estimado com base no valor da água potável (4% mais caro que a água, aproximadamente).

extração de águas subterrâneas (75%) para consumo, incentiva a adoção de sistemas de reutilização, estimando-se que atualmente existem 1,5 milhões de sistemas em todo o país (Partzsch, 2009).

O Reino Unido, também é um exemplo na gestão sustentável da água, pois possui sistemas descentralizados de reutilização de águas cinzentas, reaproveitando os efluentes das máquinas de lavar roupa, lavatórios e chuveiros nas descargas de autoclismos (Giordani, 2002). E aliado a isto, também estão a implementar o aproveitamento de águas pluviais para o mesmo fim.

Observa-se que nos últimos anos no Reino Unido vem sendo implementada uma série de políticas e estratégias que têm como objetivo tornar o uso da água mais sustentável (Diretiva Quadro da Água (2000/60/CE); *Future Water: The Government's water strategy for England*<sup>(4)</sup>, (Defra<sup>(5)</sup>, 2008) e o *Flood and Water Management Act*<sup>(6)</sup> (Defra, 2010)). Estes têm incentivado a consideração de fontes alternativas de água, como aproveitamento de águas pluviais e águas cinzentas. Consequentemente, um número de códigos, regulamentos, normas e guia de boas práticas de reaproveitamento de águas pluviais e de águas cinzentas têm vindo a ser desenvolvidos ou revistos (Ward et al.,2011). Abaixo está uma lista dos documentos referidos:

- ✓ *The Code for Sustainable Homes* - o código é uma norma nacional para o projeto de construção sustentável de novas casas. O Código visa reduzir as emissões de carbono e criar casas que sejam mais sustentáveis. Um dos objetivos é reduzir o consumo de água, no setor privado, de 150 litros por pessoa por dia para 105 l / p / dia, até o final de 2010; para 90 l / p / dia até o final de 2013 e para 80 l / p / dia até o final de 2016. Já no setor público, pretende-se reduzir para 90 l / p / dia até o final de 2010 e 80 l / p / dia até o final de 2013.
- ✓ *The Building Regulations 2002, Part H3* - Este documento abrange toda a drenagem, incluindo drenagem das águas pluviais. A Parte H3 garante que os edifícios, no processo de decisão para a conceção de sistemas de drenagem, sejam projetados com a incorporação de sistemas sustentáveis. Para isto, deverá seguir a seguinte hierarquia: 1°. drenar a água da chuva para um sumidouro adequado ou outro sistema de infiltração; 2°. Descarregar num curso de água. 3 °. Descarregar na rede de esgoto. O 2º e 3º pontos estão sujeitos a autorização. O aproveitamento de águas pluviais pode ser usado como parte de um sistema de drenagem sustentável e assim estará em conformidade com a Parte H do Regulamento de Construção.
- ✓ *The Water Efficiency Calculator for New Dwellings* - Este documento estabelece a metodologia de cálculo para avaliar a eficiência do uso da água em toda a casa de habitações novas.
- ✓ *The Building Regulations 2010, Part G* - estabelece os requisitos e orientações técnicas relativas à segurança e utilização da água em edifícios. Esta possibilita o uso de águas pluviais ou cinzentas nas instalações sanitárias para descarga de autoclismos e mictório. Também estabelece que as

<sup>(4)</sup> <http://archive.defra.gov.uk/environment/quality/water/strategy/pdf/future-water.pdf>

<sup>(5)</sup> *Department for Environment, Food and Rural Affairs*

<sup>(6)</sup> <http://www.defra.gov.uk/environment/flooding/legislation/>

novas casas deverão ter instalações que visem a redução de consumo de água, aconselhando um máximo de 125 litros por pessoa por dia.

- ✓ *Planning Policy Statement 25* (Afirmação da Política de Planeamento) - estabelece a política do Governo de ordenamento do território no desenvolvimento e risco de inundação.
- ✓ BS 8515-2009 – *Rainwater harvesting systems – Code of practice* (Sistema de aproveitamento de água Pluviais - Código de Instrução). Esta norma da *British Standards* dá orientações sobre a conceção, instalação, teste e manutenção de sistemas de aproveitamento de águas pluviais para abastecimento de água não potável em instalações domésticas (residências, comerciais, industriais e públicas) no Reino Unido. Esta norma aplica-se a construções novas e reformas significativas e teve a sua estrutura baseada na norma DIN 1989, embora com algumas ressalvas, visto que o regime pluviométrico difere do alemão.
- ✓ BS 8525-1:2010 - *Greywater Systems: Code of Practice* (Reutilização de águas cinzentas : Código de Instrução) - Esta primeira parte da BS 8525 assume a forma de orientações e recomendações. Ele não especifica os requisitos de conformidade. Fornece recomendações sobre a conceção, montagem, alteração, teste e manutenção dos sistemas de águas cinzentas para abastecimento de água não potável em instalações domésticas (residências, comerciais, industriais e públicas) no Reino Unido. O sistema abrange utilização de água não potável em máquinas de lavar roupa, descarga de autoclismo, mictório e rega de jardins. Esta norma aplica-se a construções novas e reformas significativa.
- ✓ BS 8525-2:2011 - *Domestic greywater treatment equipment – Requirements and test methods* (Equipamentos de tratamento de água cinzentas - Requisitos e métodos de ensaios) - A parte 2 da BS 8525 vem fornecer mais detalhes sobre a especificação de equipamentos de tratamento e os procedimentos para testar o desempenho do sistema. Esta norma traz as diretrizes necessárias para realização da inspeção nos sistemas de reutilização de águas cinzentas, garantindo assim uma boa qualidade da água e minimizando os riscos potenciais associados à reutilização da água.

Atualmente, a água é relativamente barata no Reino Unido, pagando-se aproximadamente, 1,20 euros por metro cúbico para água, e 1,53 euros<sup>(7)</sup> por metro cúbico de esgoto descarregado, desmotivando assim a implementação de sistemas de reutilização nas edificações construídas. No entanto para novos edifícios ou grandes reabilitações o sistema mostra-se eficaz e com custo não muito mais caro do que um sistema convencional. Em relação a incentivos fiscais, o governo só oferece subsídios as empresas.

Na Espanha, as Comunidades Autónomas desenvolveram quadros legais para promover o consumo sustentável da água através de medidas de poupança.

No caso da Comunidade de Madrid, a Lei 3/1992<sup>(8)</sup>, de 21 de Maio, estabelece medidas excepcionais para o abastecimento de água, e a Portaria Municipal de Madrid, de 31 de maio de 2006,

<sup>(7)</sup> [http://www.ofwat.gov.uk/legacy/aptrix/ofwat/publish.nsf/Content/rpt\\_int\\_08unitcostswater.html](http://www.ofwat.gov.uk/legacy/aptrix/ofwat/publish.nsf/Content/rpt_int_08unitcostswater.html)

<sup>(8)</sup> [http://noticias.juridicas.com/base\\_datos/CCAA/ma-13-1992.html](http://noticias.juridicas.com/base_datos/CCAA/ma-13-1992.html)

regulamenta a gestão e uso eficiente da água (ANM 2006/50)<sup>(9)</sup>. O objetivo é garantir a quantidade a longo prazo e qualidade do abastecimento de água, promovendo a redução do consumo, eficiência de uso e sensibilização da opinião pública. Para isto, é contemplado o uso de águas cinzentas recicladas e aproveitamento de águas pluviais no artigo 113.º na mesma portaria. Na Comunidade de Andaluzia, o Decreto 47/2004, de 10 de Fevereiro, relativo aos estabelecimentos hoteleiros, no seu artigo 49.º, estabelece que os hotéis deverão adotar instalações para reutilização de águas cinzentas e aproveitamento de águas pluviais para uso em sanitas e rega de jardim. Na Comunidade da Catalunha, o Decreto 21/2006, de 14 de Fevereiro, adota critérios ambientais e ecoeficiente em edifícios, onde se enquadra o uso da água. Já a nível nacional, foi dado um passo em frente na regulamentação da reutilização de águas cinzentas, com a aprovação do Real Decreto 1620/2007, de 7 de Dezembro, que estabelece o regime jurídico de utilização das águas tratadas, e onde se incluem os requisitos de qualidade para os usos previstos.

No Japão, os regulamentos (como por exemplo a Lei *Johkasou*<sup>(10)</sup>) asseguram as aplicações e inspeções das unidades de tratamento das águas residuais nos edifícios onde estão instalados. Estas instalações são utilizadas em duas situações:

1) Quando não há acesso à rede de esgoto;

2) Em áreas populacionais de alta densidade (ex., Tóquio, por ser uma cidade com elevada densidade populacional, todos os edifícios que apresentem uma área igual ou superior a 5000 m<sup>2</sup> de área bruta, são obrigados a adotar sistemas de aproveitamento de águas cinzentas e pluviais).

Ainda o governo japonês tem uma política de incentivos, através da concessão de subsídios que reduzem o custo do sistema, para os proprietários de edifícios e empresas que adotem instalações de reutilização da água residuais e pluviais. E além disto, são oferecidos empréstimos com taxas reduzidas para quem adote projetos alternativos de recursos hídricos. Há cerca de 2.800 sistemas de grande escala de reciclagem de água ou aproveitamento de águas pluviais no Japão (Gaulke, L.S.,2005; De Graaf, 2009).

A Austrália é um país com longa tradição na reutilização das águas pluviais e cinzentas, resultado das sucessivas secas e do aumento da procura de água. A região mais seca da Austrália recebe uma média pluviométrica 469 mm / ano (White, 2009).

Um dos exemplos da prática de reutilização, foi a preparação para as Olimpíadas de 2002: os administradores do Parque Olímpico de Sydney construíram um sistema de recolha de água de chuva e esgoto onde, após tratamento terciário, a água reaproveitada poderia ser utilizada para usos não potáveis (descargas em vasos sanitários, construção, fins ornamentais, combate a incêndios, irrigação de campos e parques, etc.) dentro e no entorno do Parque Olímpico. Os benefícios do sistema foram a economia de aproximadamente 850 ML de água potável por ano, a ausência de despejo de esgoto nos

<sup>(9)</sup> <http://www.madrid.es/UnidadWeb/UGNormativas/Normativa/2006/Ficheros/ANM200650.pdf>

<sup>(10)</sup> <http://www.jeces.or.jp/en/download/pdf/proceedings.pdf>

curso de água e no mar e também a eficiência do sistema de controlo de enchentes no local (Radcliffe, 2004).

Em 1995, os governos estaduais realizaram uma aliança para rever a política de gestão da água para incorporar processos de gestão de água sustentável, depois com novas reformas e atos foram implementadas a nível local (White, 2009). Em 2004, a *Nacional Water Commission* (NWC) (Comissão Nacional da Água) estabeleceu a *Nacional Water Initiative* (NWI) (Iniciativa Nacional da Água) em conjunto com o governo (NWC, 2009). Um dos objetivos da NWI é incentivar a inovação no fornecimento de água, agregando, por exemplo, o uso de aproveitamento de águas pluviais e reutilização de águas cinzentas (quando apropriada) para garantir uma maior oferta de água potável. Consequentemente, alguns estados estabeleceram metas para a redução da demanda e aumentar a reutilização de água (Tabela 2).

Tabela 2 - Resumo das ambições estatais da Austrália para a gestão dos recursos hídricos

Estado	Estratégia	Objetivos
Victoria	"Water Recycling Action Plan" - Plano de Ação: Reciclando água	Reutilização de 20% das águas residuais em Melbourne até 2010
Nova Gales do Sul	"Water Conservation Strategy"- Estratégia de conservação da água	Redução de 35% em consumo de água por pessoa por dia
Queensland	Water recycling Strategy - Estratégica de reciclagem da água.	não fixou ; Promoção de reutilização
Austrália Ocidental	"State Water Strategy"	Aumento de 20% na reutilização até 2010
Austrália do Sul	"Water-Proof Adelaide"	não fixou; Revisão da gestão das águas pluviais
Tasmânia	"Wastewater Reuse Coordinating Group"	não fixou
Distrito da Capital - Camberra	Segue a política nacional	Reciclagem de 20% até 2013
Território do Norte	Segue a política nacional	não fixou

(compilado de Hatton-MacDonald e Dyack, 2004 apud Ward, S., 2010)

Existem diversos regulamentos, a nível nacional ou local, que servem para implementação de sistemas de reutilização na Austrália. Em relação ao aproveitamento da águas pluviais, existem dois regulamentos a nível nacional, o *Guidance on Use of Rainwater Tanks* (Linhas de orientação para o uso de tanques de águas pluviais) e *Rainwater Tank Design and Installation Handbook* (Manual de conceção e instalação de tanques de águas pluviais). E para reutilização das águas cinzentas, existem diversos regulamentos, de base regional, como por exemplo, o estado de Victoria tem o Código de boas práticas: gestão de águas residuais no local (*Code of practice: Onsite wastewater management*)<sup>(11)</sup>. Estes sistemas, normalmente, precisam de autorização e também exigem que os trabalhos sejam executados por técnico acreditado.

<sup>(11)</sup> <http://www.ata.org.au/sustainability/greywater-systems/greywater-regulations/>

Também existem regras para o uso da água, que destacam a sua importância. Existem cinco níveis de restrição do uso, com regras severas e elevadas multas por desobediência, também. Assim, a pessoa, singular ou coletiva, que regar o jardim com mangueira fora do período estipulado pela lei, usar mangueira para lavar o carro, encher piscinas novas ou qualquer local novo que solicite o uso de grande quantidade de água (as já existentes têm um limite de litros, de acordo com o tamanho), está sujeita a ser penalizada. É claro que, com tantas restrições, a alternativa de reciclar a água, inclusive a da chuva, tem sido adotada em várias residências (Rodrigues, 2010). Em novas residências é obrigatório a adoção de sistemas de aproveitamento de águas pluviais, no entanto são fornecidos subsídios.

### **2.2.2. Em Portugal**

Em Portugal as primeiras leis referentes à água datam da década de 40 do século passado. Sendo atualizada 50 anos após, através do Decreto de Lei 207/94, de 6 de agosto de 1995, que aprova o regime de conceção, instalação e exploração dos sistemas públicos e prediais de distribuição de água e drenagem de águas residuais. E através deste, um ano após aproximadamente, surge o Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de agosto, que aprova o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais. Desde então, este regulamento não teve nenhuma atualização para se adequar as necessidades atuais de busca por sistemas hídricos cada vez mais sustentáveis; o que se observa é uma barreira à viabilidade desta prática, pois proíbe a utilização de água não potável na habitação para outros usos que não a lavagem de pavimentos e rega, para combate a incêndios e para fins industriais não alimentares (Artigo 86º), o que constitui um impedimento à aplicação da medida da reutilização ou uso de água de qualidade inferior em redes prediais (por exemplo, nos autoclismos).

Em 2000, na sequência da aprovação da Diretiva Quadro da Água, Diretiva n.º 2000/60/CE, de 23 de outubro (transposta para a lei nacional através da Lei da Água ou Lei n.º 58/2005 de 29 de dezembro), surge, em 2001, o Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA) aprovado pela Resolução de Conselho de Ministros n.º 113/2005 de 30 de junho de 2005, que constitui uma oportunidade para implantação de políticas sustentáveis relativas à água. O PNUEA foi criado com o objetivo de avaliar a eficiência com que a água é utilizada em Portugal nos setores urbano, agrícola e industrial e propor um conjunto de medidas que permitissem uma melhor utilização deste recurso, tendo como vantagens adicionais a redução das águas residuais resultantes e dos consumos energéticos associados (Almeida et al., 2006; Batista et al., 2001). Após sete anos sem implementação, foi relançado em 12 julho de 2012 e colocada em discussão pública até o final do mesmo mês a aplicação do Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA) para o período 2012-2020, em que se procura garantir uma melhor gestão da água, adequada aos conhecimentos técnicos do presente e com uma atitude responsável de prevenção face ao futuro. Para isto são estabelecidas metas de redução de desperdício no setor da água, já preconizadas na publicação anterior: de 20% para o setor urbano; 35%

para o setor agrícola e 15% para o industrial. Ou seja, pretende-se alcançar uma eficiência de uso de 80%, 65% e 85% para os setores urbano, agrícola e industrial, respetivamente. Para implementação do PNUEA foi concretizado um conjunto de medidas destinadas a aumentar a eficiência no uso da água nos setores urbano, agrícola e industrial. As medidas que contemplam o setor urbano são um total de 50, dividindo-se em 30 em situação hídrica normal e 20 em situação hídrica de seca (Anexo A1).

Apesar do Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA) - 2012-2020 apresentar medidas que contemplam a reutilização, seja de águas pluviais ou águas cinzentas, e medidas de uso eficiente da água, não existe nenhuma norma técnica ou regulamentação adequada para a sua aplicação, para evitar potenciais perigos para a saúde pública, como em outros países, detalhados anteriormente; no entanto existem regulamentos que estabelecem critérios de qualidade a que as águas devem obedecer, em função dos respetivos usos (**Decreto-Lei 152/97** de 19 de junho, para recolha, tratamento e descarga de águas residuais urbanas no meio aquático; **Decreto-Lei nº 306/2007** de 27 de agosto, que regula a qualidade da água destinada ao consumo humano; **Decreto-Lei nº 236/1998** de 1 de agosto, que estabelece normas, critérios e objetivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos).

De notar ainda, que recentemente (1 de fevereiro de 2011), foi publicada a Resolução da Assembleia da República n.º10/2011, a qual recomenda ao Governo que tome a iniciativa de prever a construção de redes secundárias de abastecimento de água (com aproveitamento de águas pluviais), tendo em vista a sua utilização para usos e fins não potáveis. No entanto, ainda não foi aprovado qualquer legislação neste sentido.

É de salientar no que respeita aos edifícios, algumas Organizações Não Governamentais, como a Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais (ANQIP), têm vindo a desenvolver enquadramento técnico (Especificações Técnicas) para as diversas medidas, relativa aos edifícios, que constam do Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA), a fim de garantir a correta execução dos projetos e das instalações, como a ETA 0701 - Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais em Edifícios (SAAP) (Apêndice 1); ETA 0702- Certificação de Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais (Apêndice 2); ETA 0802- Certificação e rotulagem de eficiência hídrica de produtos (Apêndice 3); ETA 0905: Sistemas Prediais de Reutilização e Reciclagem de Águas Cinzentas (SPRAC) (Apêndice 4) e ETA 0906 - Certificação de Sistemas Prediais de Reutilização e Reciclagem de Águas Cinzentas (Apêndice 5). Estas especificações tiveram como base normas internacionais (brasileiras - São Paulo), e em especial, *fbr (Fachvereinigung Betriebs-und Regenwassernutzung e.V.)* alemã e a legislação espanhola). No entanto, de acordo com a ANQIP, estas especificações apresentam algumas falhas, por exemplo a ETA 701 - SAAP, que teve em atenção, essencialmente, a experiência alemã, ainda limita o período de armazenamento a 1 (um) mês, aproximadamente, não estando manifestamente adequada ao clima português, mediterrâneo, com estiagem de verão com uma duração habitual de dois a três meses, e revelando que a transposição das

práticas e documentos estrangeiros não pode ser feita acriticamente. Entretanto estão a ser desenvolvidos estudos no sentido de adotar devidamente as especificações às realidades locais do País.

Em relação a incentivos financeiros pode-se referir que o DL n.º 287/2003, de 12 de novembro, que regula o Código do Imposto Municipal sobre Imóveis (CIMI), incluiu no seu código alterações, pela Lei 53A/06 de 29 de dezembro, para beneficiar fiscalmente aos contribuintes que praticassem técnicas ambientalmente sustentáveis, através do Art.º. 43º - Coeficiente de qualidade e conforto. Este incentivo fiscal é implementado através da aplicação de um coeficiente minorativo, de 5% no caso de prédios urbanos destinados a habitação e de 10% para prédios destinados a comércio, indústria e serviços, no valor patrimonial tributário do prédio. Importa salientar que o Código considera técnica ambientalmente sustentável ativa ou passiva, na alínea o) do artigo em questão, quando o prédio utiliza energia proveniente de fontes renováveis, ou aproveitamento de águas residuais tratadas ou águas pluviais, ou ainda quando foi construído utilizando sistemas solares passivos. Observa-se que o diploma não beneficia o facto de um prédio possuir mais de uma técnica ambientalmente sustentável, desmotivando assim a aplicação destas práticas. Além disto, descreve sugestões de uso sustentáveis de água, no entanto não evoca bases legais ou científica para a sua implementação.

### **2.2.3. Comparação entre a situação portuguesa com a de outros países**

A revisão da literatura anterior do setor da sustentabilidade hídrica, em outros países, identificou uma série de iniciativas que parecem estar a contribuir para o sucesso de medidas ambientalmente sustentáveis. Evidente que esta não é uma avaliação abrangente, pois foi limitada pela informação disponível para cada país. Ao analisar os dados encontrados, observa-se que apesar de alguns progressos a nível político, como o PNUEA e incentivos fiscais, em conformidade com os modelos apresentados por outros países apresentados, constata-se que o país apresenta ainda uma falta de base legislativa, participação do público e incentivos sólidos que promovam e motivem a população a recorrer a construções sustentáveis que apliquem soluções ambientalmente eficientes, no que diz respeito à água. Pode-se dizer que o país está começando a refletir sobre o tema e que a sua aplicação generalizada poderá ser bem-sucedida. No entanto, ainda existe barreiras evidentes, como a falta de enquadramento técnico e, em particular, envolvimento das partes interessadas. Em relação ao enquadramento técnico, seria necessário proceder à alteração do DR 23/95, principalmente, no que diz respeito a:

- ✓ Obrigatoriedade de construção de redes secundárias de abastecimento de água para águas cinzentas e pluviais, prevendo assim futuras instalações de sistemas separativos de reutilização ou utilização de água de inferior qualidade.
- ✓ Identificação das redes e dispositivos que transportam águas não potável (como por exemplo, estabelecendo um código de cores das condutas), como é referido de forma elementar nos artigos 86º e 202º. E também a garantia das acessibilidades dos tubos.

- ✓ Sinalizar, adequadamente, as canalizações, devidamente regulamentadas, que transportam águas com qualidade inferior (não potável).
- ✓ Criar normas que estabeleçam os critérios e procedimentos de uso de água de qualidade inferior em instalações prediais (semelhante à norma alemã e inglesa, referenciada anteriormente) e normas que indiquem a forma como o sistema de certificação deverá ser executado. Citar esta norma no Regulamento.
- ✓ Em relação a rega de jardins, espelhos de águas e lagos, tornar obrigatório o uso de água não potável em novas edificações com grandes áreas, esclarecendo as exceções de forma unívoca. Em relação a normalização deverão ser criadas normas que ditem os critérios e procedimentos de uso da água não potável, à semelhança da Norma da Reutilização de Águas Residuais Urbanas Tratadas na Rega (NP 4434, de 2005). Referenciar esta norma no regulamento.

Já em relação ao envolvimento das partes interessadas, o país tem muito a evoluir em comparação com os outros países de referência. Uma barreira evidente é a falta de conhecimento científico e técnico dos meios profissionais e envolvimento do público na sua adoção. Para suprir esta dificuldade, seria necessário incluir nas grelhas curriculares dos cursos de engenharia civil e ambiente uma disciplina que fornecesse bases sólidas sobre reutilização de águas, sejam elas pluviais ou cinzentas, fomentando assim o uso na comunidade técnica. Já em relação ao engajamento do público seria necessário informar a importância do tema, através de campanha pública ou da concessão de incentivos fiscais significativos para quem adotasse sistemas de reutilização.

### 2.3. SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO

Um Certificado de Construção Sustentável dedica-se a caracterizar e a dar relevância sob o ponto de vista ambiental, social, económico e cultural ao empreendimento desde a fase do projeto até à sua implementação, configurando a sua ecoeficiência. Nos sistemas de certificação, o objetivo principal é o de reunir dados, através de uma *checklist* de projeto, e comunicar a informação. Informação esta que servirá de base aos processos de decisão que decorrem durante as diversas fases do ciclo de vida de um edifício (Bragança, Luís et al.). No mercado existem diversos sistemas de certificação sustentável, mas os que mais se destacam a nível internacional é o BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*), certificado do Reino Unido, o LEED (*Leadership in Energy & Environmental Design*), americano, e a nível nacional, o LiderA (Sistema de avaliação da sustentabilidade). Estes sistemas avaliam o edifício em várias vertentes, como descrito acima, no entanto só será aqui abordado sob o ponto de vista ambiental, no que tange à sustentabilidade hídrica, utilização de dispositivos mais eficientes e redução de perdas.

Aliada aos sistemas de certificação sustentáveis, no que se refere à eficiência hídrica, existe a certificação hídrica, que tem vindo a ser implementada em vários países, de forma voluntária. Em alguns países é visível uma não existência de escala de eficiência hídrica, mas sim um rótulo de eficiência atribuído quando os consumos se situam abaixo de um determinado valor. Exemplos disso são os sistemas de rotulagem adotados na Europa (Eco-Label) e Austrália (WELS, *Water Efficiency Labelling and Standards Scheme*), onde esta rotulagem estabelece uma classificação variável consoante a eficiência do produto. Semelhante a este, existe em Portugal a certificação da ANQIP (Associação Nacional Para a Qualidade nas Instalações Prediais) que certifica equipamentos Eco eficientes a nível nacional.

Nos próximos subcapítulos serão abordados os objetivos, apresentando-se a origem, características, e aplicação dos sistemas de certificação, relativos à água, e de rotulagem hídrica, anunciados acima.

### 2.3.1. Selos de certificação de construção sustentável

#### 2.3.1.1. BREEAM

O sistema BREEAM foi desenvolvido em 1988 e lançado em 1990 no Reino Unido pelo BRE – Building Research Establishment Ltd. e o setor privado, em parceria com a indústria, sendo atualizado a cada 2 anos. Desde então têm vindo a ser criadas diferentes versões aplicáveis a usos que vão desde a habitação até aos escritórios. Importa ressaltar que o BREEAM é obrigatório em todos os edifícios novos e reabilitados do governo central e o Ecohome (uma das versões do BREEAM para habitações) é exigido na habitação social financiada. Os objetivos principais deste sistema consistem em estabelecer critérios e padrões que vão além do imposto na legislação, encorajar a utilização das melhores práticas ambientais em todas as fases dos edifícios e distinguir edifícios com reduzido impacto ambiental no mercado (Pinheiro, 2006).

A avaliação deste sistema funciona à base da atribuição de créditos sempre que se verifique que determinados requisitos, organizados em categorias (2 categorias referentes à água- consumo interno e externo), são cumpridos. Cada categoria possui um peso específico, de acordo com a relevância determinada pelo sistema para a tipologia do edifício em causa, podendo chegar a um peso total de 9% na classificação final (tabela 3).

Tabela 3- Categorias do BREEAM

Impacte ambiental	Pontos totais por categoria	Peso de cada categoria (%)	Peso aproximado de cada ponto
Energia e emissões de CO <sub>2</sub>	29	36,4	1,26
Água	6	9,0	1,5
Materiais	24	7,2	0,3
Efluentes	4	2,2	0,55

<b>Resíduos</b>	7	6,4	0,91
<b>Poluição</b>	4	2,8	0,7
<b>Saúde e Conforto</b>	12	14,0	1,17
<b>Gestão Ambiental</b>	9	10,0	1,11
<b>Ecologia</b>	9	12,0	1,33
<b>Total</b>	104	100	

(Fonte: Barroso,2010)

As categorias, relativas à água, dividem-se em consumo interno e externo. O consumo de água interno (tabela 4) tem 5 pontos possíveis e é uma categoria obrigatória, sendo que sem o sistema de redução do uso de água não é atribuída certificação. O objetivo é, através de sistemas de reciclagem de água e aparelhos integrados de eficiência de água, reduzir o consumo de água potável nas habitações em todas as fontes de consumo, incluindo água de poços. Já em relação ao consumo externo (irrigação) tem apenas um ponto disponível e não é um requisito da certificação. O objetivo é incentivar a reciclagem da água da chuva e reduzir a quantidade de água potável utilizada para uso externo (Barroso, 2010). Vale ressaltar que o uso de sistemas de aproveitamentos de águas pluviais e reutilização de águas cinzentas para uso não potável no interior do edifício, são contemplados na categoria de consumo de água interno.

Tabela 4- Pontuação relativa ao consumo interno

<b>Consumo de Água (litros/pessoa/dia)</b>	<b>Pontos</b>
≤ 120 l/p/dia	1
≤ 110 l/p/dia	2
≤ 105 l/p/dia	3
≤ 90 l/p/dia	4
≤ 80 l/p/dia	5

### 2.3.1.2. LEED

O *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) foi desenvolvido pelo U. S. *Green Building Council* (USGBC) em 1998. É um sistema inspirado no BREEAM e tem o objetivo de disseminar os conceitos de construção ambientalmente sustentável no mercado da construção civil nos Estados Unidos. Segundo Silva (2003), o LEED é baseado em especificações de desempenho, com referência a princípios ambientais e de uso de energia consolidados em normas e recomendações de organismos terceiros com credibilidade reconhecida, como a *American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers* (ASHRAE), *American Society for Testing and Materials* (ASTM), *United States Environmental Protection Agency* (USEPA) e *United States Department of Energy* (DOE). Existem 10 versões que contemplam projetos de novas construções comerciais, reabilitação de grandes dimensões, hospitais e habitações, entre outros. A certificação LEED é hoje exigida para todos os edifícios do governo americano. O objetivo do USGBC é

promover a transformação da indústria da construção civil no sentido de adoção de práticas ambientalmente sustentáveis. Como uma das maneiras para atingir este objetivo, o LEED *for Homes* pretende incentivar projetos de habitação que levem em conta a saúde e o conforto dos usuários, além do consumo mais racional de recursos (USGBC, 2008).

O método do USGBC para avaliação de sustentabilidade de habitações é o LEED *for Homes*. Esta versão apresenta uma lista de verificação e o critério mínimo é o cumprimento de 18 (dezoito) pré-requisitos (tabela 5), um pré-requisito no Certificado LEED *for Homes* é uma medida que deve ser concluída durante a fase de projeto ou em construção.

Tabela 5 - Pré-requisitos para o LEED *for Homes*

	Pré-requisitos (medidas obrigatórias)	Requisitos mínimos de pontuação	O máximo de pontos disponíveis
Inovação e processo de projeto	3	0	11
Localização	0	0	10
A sustentabilidade do local	2	5	22
Uso eficiente da água	0	3	15
Energia e Atmosfera	2	0	38
Materiais e Recursos	3	2	16
Qualidade do ambiente interno	7	6	21
Conscientização e educação	1	0	3
<b>Totais</b>	18		136

Após esta etapa, a edificação pode ser avaliada em 8 (oito) categorias principais: inovação e processo de projeto; localização; a sustentabilidade do local; uso eficiente da água; energia e atmosfera; materiais e recursos; qualidade do ambiente interno; conscientização e educação. O sistema LEED utiliza uma escala de pontos para determinar quão verde é a sua casa. A pontuação máxima possível é 136 pontos, apenas 15 estão diretamente associados à eficiência da água, ou seja, no sistema LEED a eficiência da água tem um peso de 11% para a atribuição do certificado de edifício verde LEED (USGBC, 2008). Estes 15 pontos são repartidos entre três categorias de uso eficiente da água, como apresentado na tabela abaixo. Salienta-se que é necessário obtenção de 3 pontos no mínimo (tabela 5).

Tabela 6 - Categorias de usos eficiente da água do LEED *for Homes*

Categoria de uso eficiente da água (WE)			
		ou	Pontos
WE 1. Reutilização da água (máximo de	WE 1.1. Sistema de aproveitamento de água pluvial	WE 1.3	4
	WE 1.2. Sistema de reutilização de águas cinzentas	WE 1.3	1

<b>5 pontos)</b>	WE 1.3. Utilização de sistema de água de reutilização de ETAR municipal		3
<b>WE 2. Sistema de irrigação (máximo de 4 pontos)</b>	WE 2.1. Sistema de irrigação eficiente	WE 2.3	<b>3</b>
	WE 2.2. Avaliação por terceira parte (Inspeccionar a performance do sistema de irrigação em operação)	WE 2.3	<b>1</b>
	WE 2.3. Redução da demanda de irrigação ao menos em 45%		<b>4</b>
<b>WE 3. Uso da água no interior (máximo de 6 pontos)</b>	WE 3.1. Equipamentos e dispositivos eficientes		3
	WE 3.2. Equipamentos e dispositivos de alto desempenho		<b>6</b>
<b>Total</b>			<b>15</b>

O LEED *for Homes* sugere a redução do consumo de água através da especificação de equipamentos economizadores, com restrição de vazões máximas para torneiras e chuveiros (aproximadamente 7,6 litros por minuto) e volumes de descarga de autoclismos (aproximadamente 4,9 litros por acionamento). Para irrigação, o método incentiva a adoção de sistemas de irrigação de alta eficiência (USGBC, 2008).

O método também incentiva práticas de treinamento e educação dos usuários. O LEED *for Homes* sugere a adoção, na etapa pós ocupação, de um programa para treinamento sobre operação e manutenção dos equipamentos da habitação, além da distribuição de um manual com informações sobre a correta utilização dos sistemas prediais e sobre conservação da água.

### 2.3.1.3. LiderA

O sistema LiderA – Sistema de Avaliação da Sustentabilidade, surgiu no âmbito de uma investigação iniciada, em 2000, por Manuel Duarte Pinheiro, no Departamento de Eng<sup>a</sup> Civil e Arquitetura do IST, tendo em vista elaborar um sistema de apoio, avaliação e contribuição para o desenvolvimento da sustentabilidade, quer ao nível dos edifícios, quer ao nível dos espaços exteriores e zonas construídas. Consiste num método de avaliação da sustentabilidade na construção e tem como objetivos: (i) apoiar o desenvolvimento do projeto em todas as suas fases, desde a planificação até à operação, procurando a sustentabilidade; (ii) avaliar e posicionar o seu desempenho quanto à sustentabilidade, na fase de conceção, obra e operação; (iii) atribuir uma certificação através de avaliação independente; (iv) assegurar a distinção entre os edifícios e valorizar a adoção de estratégias sustentáveis enquanto fator de valorização no mercado imobiliário.

O sistema assenta num conjunto de seis princípios de bom desempenho ambiental (integração local, recursos, cargas ambientais, conforto ambiental, vivência socioeconómica e uso sustentável), traduzidos em 22 áreas e 43 critérios, nos quais se avalia os ambientes construídos em função do seu desempenho, no caminho para a sustentabilidade (LiderA, 2011).



Figura 2 - Áreas e vertentes do Certificado LiderA.

(Fonte: [http://www.lidera.info/resources/LiderA\\_apresentacao\\_sumaria\\_2011\\_v1.pdf](http://www.lidera.info/resources/LiderA_apresentacao_sumaria_2011_v1.pdf))

No sistema de certificação LiderA a água é a segunda área de maior importância, contribuindo com 8% da classificação final da vertente recursos, ficando atrás apenas da energia (17%).

Relativamente ao recurso água, o sistema subdivide-se em duas categorias:

**Consumo de água potável** - a utilização sustentável da água pressupõe uma estratégia de redução dos consumos, que pode ser obtida através da adequabilidade da água à sua utilização, bem como na eficácia dessa mesma utilização, podendo ser reforçada com a implementação de mecanismos de reutilização das águas ou, caso tal seja possível, com a utilização de águas de menor qualidade associadas aos fins a que se destinam (LiderA, 2011).

**Gestão das águas locais** - é fundamental contribuir para o ciclo natural da água, através da naturalização da gestão das águas no local, nomeadamente não aumentando as escorrências superficiais e atenuando os eventuais efeitos de picos/cheias em momentos de pluviosidade. Deve criar-se um sistema naturalizado de gestão das águas pluviais, permitindo a sua infiltração e drenagem para linhas de água naturais e a retenção de poluentes em zonas com eventuais contaminantes (LiderA, 2011).

Os três sistemas de certificação da sustentabilidade são semelhantes no que lhes compete à avaliação da sustentabilidade, mas diferenciam-se, maioritariamente, na importância que cada sistema dá a determinada categoria e às suas subdivisões. No que diz respeito à avaliação da sustentabilidade hídrica, o sistema LEED é o que tem maior percentagem dos três, na medida em que a água tem um peso de 11% na classificação final face aos 9% do sistema BREEAM e aos 8% do sistema LiderA. É importante ressaltar que os certificados LEED e BREEAM citam a possibilidade de uso de águas cinzentas e pluviais, com vista a redução de consumo de água potável; no entanto o LiderA só menciona o uso de águas pluviais.

## 2.3.2. Selos de eficiência hídrica

### 2.3.2.1. Eco-Label

Desde a criação em 1992, o logótipo da flor (figura 3), tornou-se num símbolo reconhecido na Europa, fornecendo orientações primordiais relativas ao impacto ambiental ao longo de todo o seu ciclo de vida e, por outro lado, fornecendo informações precisas, exatas e cientificamente comprovadas aos consumidores sobre o impacto ambiental dos produtos. O rótulo ecológico da UE (União Europeia) tem por objetivo a substituição de substâncias perigosas por substâncias seguras, sempre que seja tecnicamente possível. Em 2000 entrou em vigor um novo regulamento, Regulamento(CE) nº 1980/2000 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 17 de julho de 2000, que alargou aos serviços o âmbito de aplicação do sistema.



Figura 3 - Logótipo Ecolabel  
fonte: <http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/>

Existem critérios para 23 tipos de produtos e serviços, sendo continuamente acrescentadas novas categorias. Pode encontrar a flor, nomeadamente, em eletrodomésticos amigos do ambiente, vestuário, produtos de jardinagem e alojamentos turísticos. No que tange à sustentabilidade hídrica, nos importa referir os eletrodomésticos que consomem água, como por exemplo, máquina de lavar roupa e máquina de lavar loiça. No que concerne a máquina de lavar loiça, para poderem ostentar o rótulo ecológico europeu devem apresentar um consumo de água (em l/ciclo) menor ou igual a  $(0,6s+11,2)$  em que "s" representa a capacidade da máquina expressa em serviços individuais<sup>(12)</sup> padrões. Pode reduzir a conta de água em 40 % em comparação com máquinas menos eficientes, existentes no mercado. No que diz respeito às máquinas de lavar roupa, para poderem gozar do rótulo ecológico europeu devem possuir um consumo de água inferior ou igual a 12 l/kg de carga (utilizando sempre o mesmo ciclo de lavagem de roupa de algodão a 60°C).

### 2.3.2.2. WELS (*Water Efficiency Labelling and Standards Scheme*)

WELS, fundado em 2005, é um sistema de rotulagem de eficiência hídrica em vigor na Austrália. Os produtos WELS são registados, avaliados e rotulados de acordo com os requisitos da Norma WELS AS/NZS6400: 2005 *Water - efficient products - Rating and labelling*. Este rótulo ecológico (figura 4) informa ao consumidor a eficiência hídrica, consumo ou caudal do dispositivo,

<sup>(12)</sup> Conjunto definido de loiças, copos e talheres, para uso de uma pessoa. Este valor vem normalmente na etiqueta ecológica europeia

permitindo assim uma escolha mais eficiente em termos hídricos. O sistema de classificação é por estrelas, com um máximo de seis. Quanto maior o número de estrelas mais eficiente é o equipamento.



Figura 4 - Rótulo ecológico WELS (geral e para autoclismo).

Quando um consumidor opta pela compra de um produto com rótulo WELS, vários fatores são tidos em conta, tais como custo, estilo, desempenho, reputação, entre outros. O menor gasto de água e consequentemente redução do valor das contas de água e ainda o desconto oferecido pelo governo local é sem dúvida o fator a ter mais em atenção, independentemente do produto a comprar.

Abaixo são descritos os produtos aptos a rotulagem WELS e suas principais características:

**Duches:** um chuveiro padrão usa cerca de 15 a 25 litros de água por minuto - um com classificação de três de eficiente hídrica utiliza apenas 6 ou 7 litros por minuto (WELS, 2012).

**Torneiras:** uma torneira padrão tem um fluxo de 15 a 18 litros por minuto; em comparação, uma com controladores de fluxo e os modelos de arejamento utilizam apenas 2 litros por minuto (WELS, 2012).

**Controladores de fluxo:** controla o fluxo nas torneiras.

**Autoclismos:** Os requisitos de desempenho para autoclismo incluem um requisito mínimo de eficiência de água. O consumo médio de água não deve exceder 5,5 litros por descarga. A substituição de um autoclismo tradicional por um com dupla descarga economiza cerca de 5 litros por pessoa por dia (WELS, 2012).

**Mictório:** não contempla mictório sem água. O mictório usa em média cerca de 2,2 litros por descarga, em comparação com os mictórios mais eficientes que utilizam 1,5 litros por descarga, uma redução de mais de 30%. Existe um crescente número de mictórios que têm controlos inteligentes para reduzir a descarga desnecessária e os mictórios eficientes combinados com controlos inteligentes reduzem o consumo de água cerca de 40-50% (WELS, 2012).

**Máquinas de lavar roupa:** usam um terço de água de um modelo mais antigo (WELS, 2012).

**Máquinas de lavar loiça:** usam metade da água de modelos antigos (WELS, 2012).

### 2.3.2.3. ANQIP (Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais)

Tendo por base a premissa da previsão do PNUEA, que cita o envolvimento de empresas, organizações e organismos não governamentais para a implementação de um sistema de rotulagem de eficiência hídrica nos dispositivos hídricos (autoclismos, duches, torneiras, etc...), em 2008 foi criada a ANQIP (Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais), uma Associação Portuguesa sem fins lucrativos, que tem como objetivos gerais a promoção e a garantia da qualidade e eficiência nas instalações prediais, com particular ênfase nas instalações de águas e águas residuais (ANQIP, 2012).

Para concretização dos seus objetivos, a ANQIP desenvolve ou apoia a realização de estudos técnicos e/ou científicos, promove ações de formação para técnicos, instaladores e outros intervenientes, edita publicações, promove seminários, colóquios e outros eventos de caráter técnico e/ou científico bem como divulga estudos, normas e regulamentos, cria sistemas particulares de certificação para uso dos seus associados e de outras entidades interessadas (Tabela 7), realiza, por solicitação externa, auditorias a instalações existentes ou em construção e dá pareceres sobre projetos, quando solicitada para tal (ANQIP, 2012).

Tabela 7 - Tipos de Certificados

<b>Tipo de Certificação</b>	<b>Aplicável a</b>	<b>Destinatários</b>
<b>Certificação de Eficiência Hídrica (e Auditorias)</b>	Produtos	Produtores ;Importadores
	Edifícios (Instalações)	Cidadãos; Construtores; Promotores; Entidades Públicas
<b>Certificação de Qualidade</b>	Projetos e Instalações	Construtores; Promotores Entidades Públicas; Cidadãos
<b>Certificação de Conformidade Técnica</b>	Produtos	Entidades Gestoras; Projetistas; Promotores
	Edifícios (Instalações)	Entidades Gestoras; Cidadãos; Promotores

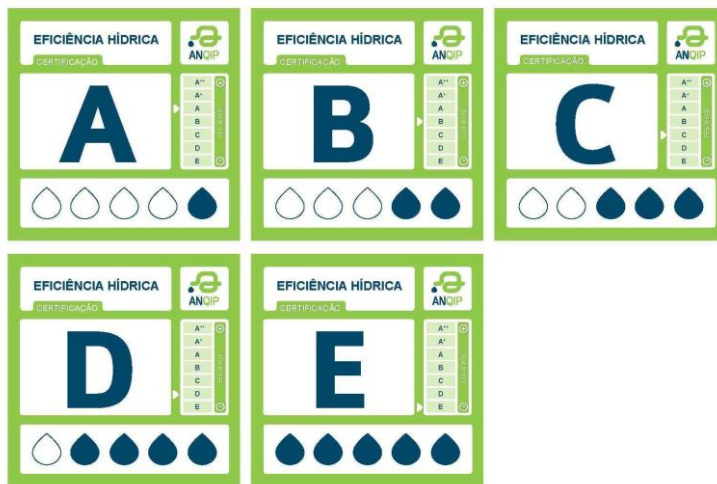
(Fonte:ANQIP)

No que se refere concretamente aos produtos, a ANQIP decidiu tomar a iniciativa de lançar em Portugal um sistema voluntário e de base consensual, que "poderá vir a ter caráter obrigatório após um período de transição", para a Certificação e Rotulagem da Eficiência Hídrica de Produtos, baseado em Especificações Técnicas (ETA) desenvolvidas por Comissões Técnicas da ANQIP e em ensaios realizados por Laboratórios Acreditados pelo IPAC (Instituto Português de Acreditação) ou aprovados pela ANQIP.

A certificação e rotulagem ANQIP (Figura 5) da eficiência hídrica de produtos foi implementada de acordo com o seguinte plano:

- Autoclismos (2º semestre de 2008).

- Duches (1º semestre de 2009).
- Torneiras e fluxómetros (2º semestre de 2009).
- Outros dispositivos (máquina de lavar loiça e roupa) (2010).



**Figura 5 - Sistema de certificação e rotulagem de eficiência hídrica ANQIP**  
(Fonte: Silva-Afonso, A. et al., 2011)

No Sistema de rotulagem, a eficiência considerada ideal corresponde à letra A e a de menor eficiência à letra E, sendo também utilizada uma indicação gráfica por gotas. Deve notar-se que a categoria de referência é a que corresponde à letra “A” (eventualmente “B” em sanitários públicos), embora possam existir categorias “A+ “ e “A++” com aplicações limitadas e condicionadas (como por exemplo autoclismos com bacia de 4 litros que podem causar problemas ao nível do arrastamento de sólidos nas redes prediais e públicas. De acordo com a Norma Europeia EN 12056-2 (Sistema de drenagem por gravidade no interior do edifício: Tubagem, traçado e cálculo) não é permitido a adoção de autoclismos de 4 litros em redes prediais dimensionadas de acordo com o chamado Sistema I da Norma, que é precisamente o sistema habitual em Portugal. Por este motivo, a ANQIP estabeleceu para os autoclismos de pequeno volume categorias de eficiência hídrica “A+” ou “A++” (ou “A”, nalguns casos), mas com indicação obrigatória no rótulo de um aviso relativo à exigência de performance do conjunto e à existência de um dimensionamento adequado da rede de drenagem).

Segundo a ANQIP, neste momento estão já certificados perto de 75% dos autoclismos comercializados em Portugal, correspondente a 110 referências comerciais.

A ANQIP elaborou Especificações Técnicas (ETA) para diferentes produtos para criar e estabelecer os valores de referência necessários, apresentados nas tabelas abaixo, para ser atribuído a cada letra. Estas Especificações Técnicas também estabelecem as condições de teste de certificação (Apêndice 3).

Tabela 8- Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica para os autoclismos

Volume nominal	Tipo de Descarga	Categoria de Eficiência Hídrica	Tolerância (Volume máximo- descarga completa)	Tolerância (Volume min. De descarga para poupança de água)
4,0	Dupla descarga	A++	4,0-4,5	2,0-3,0
5,0	Dupla descarga	A+	4,5-5,5	3,0-4,0
6,0	Dupla descarga	A	6,0-6,5	3,0-4,0
7,0	Dupla descarga	B	7,0-7,5	3,0-4,0
9,0	Dupla descarga	C	8,5-9,0	3,0-4,0
4,0	C/ interrup. de desc.	A+	4,0-4,5	-
5,0	C/ interrup. de desc.	A	4,5-5,5	-
6,0	C/ interrup. de desc.	B	6,0-6,5	-
7,0	C/ interrup. de desc.	C	7,0-7,5	-
9,0	C/ interrup. de desc.	D	8,5-9,0	-
4,0	completa	A	4,0-4,5	-
5,0	completa	B	4,5-5,5	-
6,0	completa	C	6,0-6,5	-
7,0	completa	D	7,0-7,5	-
9,0	completa	E	8,5-9,0	-

(Fonte:ETA804)

Tabela 9- Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica para os chuveiros e sistemas de duche

Caudal l/min	Chuveiro	Sistema de duche	Sistema de duche com torneira termostática ou ecosstop	Sistema de duche com torneira termostática e ecosstop
$Q \leq 5$	A+	A+	A++	A++
$5,0 \leq Q \leq 7,2$	A	A	A+	A+
$7,2 \leq Q \leq 9,0$	B	B	A	A
$9,0 \leq Q \leq 15,0$	C	C	B	B
$15,0 \leq Q \leq 30,0$	D	D	C	C
$30,0 \leq Q$	E	E	D	D

(Fonte:ETA0806)

Tabela 10 - Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica para as torneiras de lavatório.

Caudal l/min	Torneira de lavatório	Torneira de lavatório com ecosstop ou arejador	Torneira de lavatório com ecosstop e arejador
$Q \leq 2,0$	A+	A++	A++
$2,0 \leq Q \leq 4,0$	A	A+	A++
$4,0 \leq Q \leq 6,0$	B	A	A+
$6,0 \leq Q \leq 9,0$	C	B	A
$9,0 \leq Q \leq 12,0$	D	C	B
$12,0 \leq Q$	E	D	C

(Fonte:ETA0808)

Tabela 11 - Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica para as torneiras de cozinha

Caudal (l/min)	Torneira de cozinha	Torneiras de cozinha com ecosstop ou arejador	Torneira de cozinha com ecosstop e arejador
$Q \leq 4,0$	A+	A++	A++
$4,0 \leq Q \leq 6,0$	A	A+	A++
$6,0 \leq Q \leq 9,0$	B	A	A+
$9,0 \leq Q \leq 12,0$	C	B	A
$12,0 \leq Q \leq 15,0$	D	C	B
$15,0 \leq Q$	E	D	C

(Fonte:ETA0808)

Para máquinas de lavar loiça, a ANQIP considera que a utilização ideal, a letra A, é aquela que consome entre 12,0 e 16,0 litros por lavagem, de acordo com o rótulo ecológico (Tabela 12).

Tabela 12- Categorias de eficiência hídrica de máquinas de lavar loiça

Volume nominal (litros por lavagem)	Para serviços até 8 pessoas	Para serviços até 12 pessoas
$\leq 12,0$	A+	A++
$> 12,0 - \leq 16,0$	A	A+
$> 16,0 - \leq 22,0$	B	A
$22,0 > 36,0$	C	B
$> 36,0$	D	C

(Fonte:ANQIP)

Para máquinas de lavar roupa, a ANQIP considera que a utilização correspondente à letra A é aquela que consome 12,0 litros por kg, de acordo com o rótulo ecológico e uma descarga de 60 litros por lavagem (Tabela 13).

Tabela 13 - Categorias de eficiência hídrica de máquinas de lavar roupa

Volume nominal (litros por kg)	Categoria de Eficiência Hídrica
$\leq 5,0$	A++
$> 5,0 - \leq 9,0$	A+
$> 9,0 - \leq 12,0$	A
$12,0 > 15,0$	B
$> 15,0$	C

(Fonte:ANQIP)

De acordo com a ANQIP, Associação Nacional para a Qualidade das Instalações Prediais, a certificação e rotulagem da eficiência hídrica dos produtos vai permitir reduzir o desperdício de água em cerca de 45%.

## 2.4. ABORDAGEM PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA HÍDRICO SUSTENTÁVEL

Antes de se pensar em implementar um sistema de sustentabilidade hídrica, torna-se necessário conhecer a distribuição do consumo, que varia por tipologia e também entre edificações com a mesma tipologia, de acordo com o comportamento dos usuários e especificidades do sistema.

Para ilustrar a importância do consumo doméstico e o peso do uso pessoal e higiênico de uma habitação de um edifício multifamiliar em Portugal, veja-se os gráficos abaixo (Figura 6 e 7). Vale ressaltar que as distribuições de consumo apresentadas são apenas ilustrativas e não representam, necessariamente, a realidade de toda e qualquer edificação habitacional.

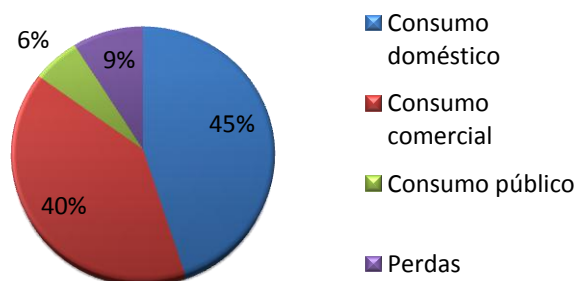


Figura 6- Distribuição dos consumos urbanos  
(Fonte: Pedroso, 2009)

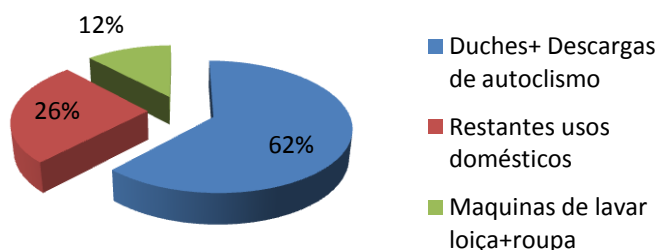


Figura 7- Distribuição dos consumos domésticos de habitação de edifício multifamiliar  
(Fonte: Pedroso, 2009)

A implementação de um uso sustentável da água consiste assim numa sistematização das intervenções que devem ser realizadas numa edificação, baseado na procura e oferta da água na edificação. A atuação na demanda da água na edificação será de tal forma que as ações de redução do consumo sejam resultantes de amplo conhecimento do sistema, garantindo sempre a qualidade necessária para a realização das atividades consumidoras, com o mínimo de desperdício. Já em relação à oferta da água numa edificação, vai-se tirar contrapartida de forma de usos menos nobres que possam ser suprimidos, e sempre que possível, substituídos por águas de qualidade inferior (ANA, FIESP, SindusCon-SP, 2005).

Para implementar um sistema de sustentabilidade hídrica deve-se ter em conta várias características presente numa edificação, iniciando-se com uma etapa de avaliação preliminar, na qual se realiza a avaliação da demanda e oferta de água para proposição de soluções viáveis técnica e economicamente, conforme esquema apresentado abaixo (Figura 8).

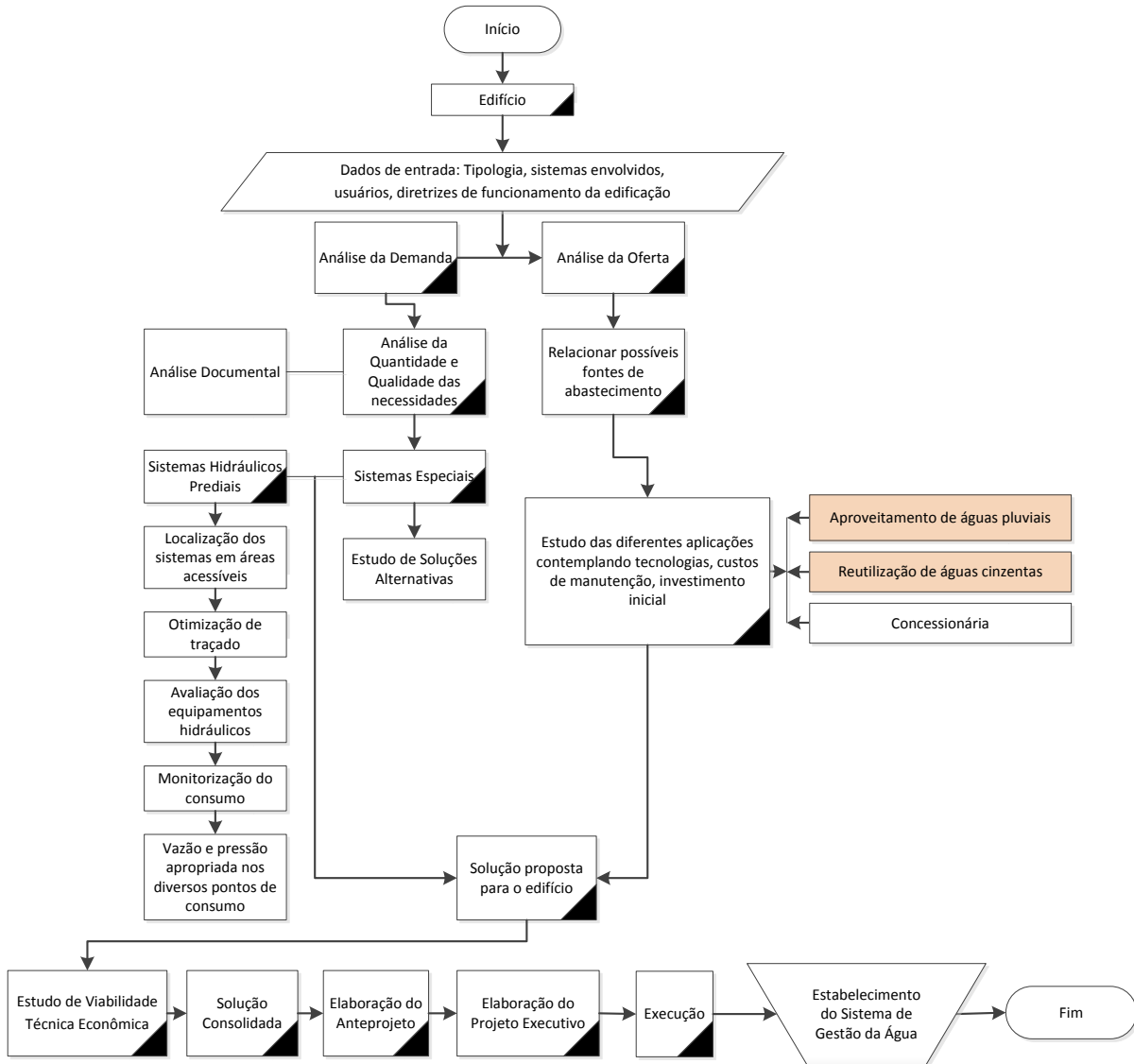


Figura 8 - Sistematização de um plano de sustentabilidade hídrica num edifício

Fonte: Adaptado ANA, FIESP, SindusCon-SP, 2005

Deve-se ter atenção que na implementação de um sistema de sustentabilidade hídrica através da gestão da oferta e da demanda da água, há que se diferenciar entre uma edificação já construída de uma em fase de projeto, uma vez que as medidas impostas para este sistema em edifícios existentes podem ser inviabilizadas, devido a imposição da própria edificação, como por exemplo, falta de espaço para um novo sistema de reserva de água. Já no caso da nova construção, o projeto pode ser concebido tendo em conta a otimização do consumo, aplicações de fontes alternativas de água nos usos menos nobres, bem como facilidade de gestão do consumo por meio de projeto otimizado em traçados e ferramentas de monitoramentos, ou seja, planos de setorização de medição preestabelecidos

em projeto, de acordo com as necessidades. Sendo assim, nas edificações antigas, o processo é simplificado, tendo ênfase, apenas, na análise da demanda. Resumindo assim a três etapas: auditoria e diagnóstico do consumo de água; definição e execução do plano de intervenção; e implementação de um sistema de gestão de água. Será detalhado no capítulo 3.

#### **2.4.1. Análise da demanda da água**

Para otimizar o consumo de água, é fulcral que o projeto dos sistemas hidráulicos prediais e os sistemas para usos especiais sejam concebidos dentro de premissas específicas. Para isto, devem ser consideradas as seguintes atividades (ANA, FIESP, SindusCon-SP, 2005):

Primeiramente:

- ✓ Análise documental - levantamento e análise de todos os documentos e informações disponíveis que possam auxiliar no entendimento da edificação sob a ótica do uso da água.
- ✓ reconhecimento das necessidades de qualidade da água específica para cada uso contido na edificação, devendo ser feito questionário contendo informações específicas de usos, usuários e sistemas prediais.

Já na concepção propriamente dita dos sistemas hidráulicos prediais, deverão ser premissas de projeto:

- ✓ Locação dos sistemas hidráulicos considerando a facilidade de acesso;
- ✓ traçados otimizados (considerar perdas de cargas; diâmetros das tubulações em planta e em esquemas verticais; as tubulações deverão estar acessíveis; qualquer que seja a tecnologia empregue, o menor número de juntas auxilia na minimização das perdas físicas, tornando o sistema menos vulnerável) e previsão de redes secundárias para água de reúso;
- ✓ avaliação das possibilidades mais apropriadas de instalações de equipamentos hidráulicos e componentes (coeficientes), a partir do levantamento das atividades que ocorrem na edificação e identificação dos usuários, levantando-se as especificações técnicas e custos de aquisição;
- ✓ monitorização do consumo, através da instalação de sistema de monitorização remota de água (telecontagem). Por meio deste tipo de sistema de monitoramento as informações são obtidas em tempo real, eliminando a necessidade da leitura em campo e agilizando a implementação das intervenções necessárias. E ainda este tipo de sistema deteta fugas de água e ativa alarmes automaticamente;
- ✓ garantia de vazão e pressão apropriadas nos diversos pontos de consumo, de forma que eliminem possíveis desperdícios problemas com pressões elevadas, tanto no ramal predial como no sistema de distribuição, podem implicar não somente grandes volumes perdidos na ocorrência de um vazamento, como também no uso exagerado (vazões muito elevadas); além disto, a pressão elevada pode contribuir para as perdas e desperdício de água no sistema hidráulico de várias maneiras: frequência de ruturas, golpe de aríete ou fornecimento de água

em quantidade superior à necessária numa torneira, por exemplo, chegando até mesmo a comprometer o funcionamento de equipamentos específicos. É importante enfatizar que uma redução de pressão de 30 mca para 17 mca pode resultar em economia de aproximadamente 30% do consumo de água (ANA, FIESP, SindusCon-SP, 2005);

- ✓ atendimento às normas técnicas e regulamentos de projetos, materiais e componentes.

No caso da existência de sistema de ar condicionado, deve ser considerado o consumo de água da tecnologia escolhida, com a elaboração, no estudo preliminar, de estudo de viabilidade técnica e econômica das possíveis alternativas, com foco na economia de água (ANA, FIESP, SindusCon-SP, 2005).

No caso de jardim, avaliar a possibilidade de uso de vegetação que permita reduzir o consumo de água por área a ser irrigada, bem como considerar tecnologias de irrigação que garantam um consumo minimizado para realização eficiente dessa atividade, como sistemas de rega por aspersão.

As tecnologias a serem implantadas deverão ser propostas de maneira gradativa, compondo-se a economia gerada com os custos de aquisição. A eficiência futura do uso da água será então determinada pelo usuário e pela gestão do consumo ao longo da vida útil da edificação. As ferramentas para monitoramento do consumo de água, ou seja, a implementação de um sistema de medição do consumo de água, também devem ser incorporadas na fase de concepção do projeto (ANA, FIESP, SindusCon-SP, 2005).

#### **2.4.2. Análise da oferta da água**

Para apreciação da oferta de água devem ser relacionadas as possíveis fontes de água alternativas disponíveis e apropriada para cada projeto.

A análise das possibilidades de aplicação de fontes alternativas de água deverá considerar os níveis de qualidade da água necessários, as tecnologias existentes, cuidados e riscos associados à aplicação de “água menos nobre” para “fins menos nobres” e a gestão necessária durante a vida útil da edificação. Além disso, os custos envolvidos na aquisição das tecnologias e ao longo da gestão deverão ser levantados durante a concepção das soluções (ANA, FIESP, SindusCon-SP, 2005).

Esta etapa resume-se a uma análise quantitativa e qualitativa das possibilidades de oferta de água para a edificação. Devem ser planeadas e incorporadas ao projeto as ações para incorporação de água menos nobre para aplicação em atividades consumidoras menos nobres, prevendo redes secundárias para este fim.

Da análise efetuada podem resultar as seguintes possibilidades:

- ✓ Possibilidade de abastecimento através de concessionária (água de reúso com preço reduzindo, quando a construção se apresenta próxima de uma estação de tratamento de águas residuais e esta oferecer esta possibilidade).No entanto esta hipótese não será detalhada neste dissertação;
- ✓ volume de reserva de água de chuva e possíveis usos (detalhado no capítulo 4);
- ✓ utilização de águas cinzentas (efluentes gerados provenientes de duches, bidés e lavatórios, após tratamento adequado) (detalhado no capítulo 5).

E em seguida serão apresentados:

- ✓ as possíveis aplicações de reutilização, aplicações e tecnologias necessárias;
- ✓ o volume de efluente minimizado após a incorporação de cada uma das ações anteriormente citadas;
- ✓ os processos operacionais necessários;
- ✓ os investimentos necessários e custos de manutenção.

Com a avaliação das opções de oferta de água, são então consolidados todos os dados e análises técnicas para a montagem de alternativas possíveis do projeto a ser implementado.

### **2.4.3. Estudo da viabilidade técnica e económica**

Para realização do estudo de viabilidade técnica e económica deve-se compilar os dados recolhidos na análise da procura e oferta da água, por meio a criar diferentes configurações possíveis para uma mesma edificação.

As diferentes configurações apresentadas dependem da complexidade da tipologia em análise. Já no caso de haver mais de uma alternativa a ser proposta é importante que a cada nova alternativa haja uma implementação gradativa de tecnologia. As alternativas desenvolvidas deverão ser avaliadas de forma que se possa obter a melhor compatibilização de eficiência técnica e financeira. A partir da alternativa eleita, inicia-se a etapa seguinte onde a escolha é traduzida no anteprojeto e projeto executivo dos sistemas hidráulicos prediais, bem como dos demais sistemas de usos específicos (ANA, FIESP, SindusCon-SP, 2005).

### **2.4.4. Elaboração de projeto de sistemas prediais**

O projeto de execução das redes prediais, assim como de sistemas especiais que utilizam água, deve incorporar todas as diretrizes contidas na alternativa escolhida, incluindo detalhes construtivos dos sistemas propostos, especificações técnicas das tecnologias selecionadas, esquemas isométricos e demais detalhes que se façam necessários para permitir uma adequada implantação dos sistemas.

O projeto de execução será composto por pormenores construtivos gerais e específicos, além de um caderno de encargos com especificações técnicas de serviços, materiais e equipamentos, além do plano de trabalho, onde apresenta uma estimativa qualitativa e quantitativa dos serviços a executar.

*<Esta página foi intencionalmente deixada em branco>*

---

## 3. PLANO PARA O USO RACIONAL DA ÁGUA

---

### 3.1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo serão abordadas as estratégias para o uso racional da água em edifícios habitacionais, através da análise da demanda, visando reduzir o desperdício e aumentar a eficiência na utilização da água.

Para o sucesso desta estratégia é necessário seguir as seguintes etapas:

- ✓ Auditoria e diagnóstico do consumo de água;
- ✓ definição e execução do projeto-piloto; e
- ✓ implementação de um plano de gestão de água.

Apresenta-se na figura abaixo (fig. 9), o pormenor da sequência destas etapas.

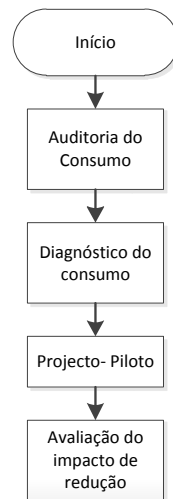


Figura 9- Plano para uso racional da água  
Fonte: adaptado de ANA, FIESP, SindusCon-SP, 2005

A adoção deste sistema conduzirá aos seguintes benefícios:

- ✓ Redução do consumo enfocada como alternativa à expansão da oferta, aumentando o número de utilizadores atendidos;
- ✓ diminuição dos investimentos na captação de água em mananciais cada vez mais distantes das concentrações urbanas;
- ✓ prorrogação da vida útil dos mananciais existentes, ou seja, preservação os recursos hídricos disponíveis;
- ✓ diminuição das demandas horárias de água, e conseqüente otimização dos sistemas - equipamentos e redes - implantados ou a serem implantados;
- ✓ diminuição da geração de esgotos com necessidade de investimentos em redes e estações de tratamento;

- ✓ a diminuição da demanda de energia elétrica para operação dos sistemas de abastecimento, captação e tratamento de água que têm na matriz energética uma participação significativa, implicando na otimização e redução dos investimentos na infraestrutura energética.

## 3.2. AUDITORIA AO CONSUMO DA ÁGUA

Uma auditoria ao consumo de água em uma habitação é realizada a partir de uma análise cuidadosa dos volumes de água consumidos nos diferentes usos desenvolvidos. Para ilustrar melhor a auditoria, iremos dividir em 2 atividades: estudo preliminar do consumo da água e caracterização do edifício.

### 3.2.1. Atividade 1 - Estudo preliminar do consumo da água

O estudo preliminar possibilita uma estimativa prévia do consumo de água e a previsão do impacto de redução de consumo antes da realização do levantamento, através do cálculo do consumo da água unitário estimado (CAe) e de sua comparação com o valor do consumo unitário no período histórico – CAh. O valor do consumo da água unitário estimado (CAe) corresponde a um valor indicativo de consumos existentes para a mesma tipologia de edifício, no caso habitação unifamiliar com uso permanente. De acordo com estudos realizados para aquela tipologia, corresponde a um consumo aproximado de 80 l/(hab.dia). Já no caso do valor histórico (CAh), pode ser obtido pelos seguintes métodos:

- ✓ Através da conta da água – onde se calcula o volume de água consumido por dia ( $m^3$ /dia) dividindo o volume total de água consumido durante o período de faturação pelo número de dias desse período. Para calcular o consumo por habitante ( $m^3$ /(hab.dia)), divide-se o valor obtido anteriormente pelo número de elementos do agregado familiar. De modo a obter os valores anteriores em litros, multiplica-se por 1000 os valores obtidos.
- ✓ Através do contador da água – Localiza-se o contador da água da habitação e regista-se o valor apresentado no mostrador. Repete-se este procedimento uma semana depois, à mesma hora. Acha-se a diferença entre os dois valores e divide-se por 7, de forma a calcular o volume de água consumida por dia ( $m^3$ /dia). Para calcular o consumo por habitante ( $m^3$ /(hab.dia)), divide-se o valor obtido anteriormente pelo número de elementos do agregado familiar. De modo a obter os valores anteriores em litros, multiplica-se por 1000 os valores obtidos.

No entanto para recolha de uma amostra significativa deve-se ter em consideração valores de pelo menos 3 meses.

Se a residência não for de uso sazonal, recomenda-se calcular a média aritmética e o desvio padrão do consumo dos três meses anteriores ao mês de início das atividades para implementação do

Plano. Caso os três valores estejam dentro da faixa compreendida pela média  $\pm$  desvio-padrão, o valor obtido para a média é o consumo médio histórico representativo da edificação. Se, por outro lado, pelo menos um dos valores dos meses citados anteriormente resultar fora da referida faixa, deve-se considerar os consumos dos doze meses anteriores, retirando-se os valores atípicos (fora da faixa da média  $\pm 2$ \*desvio), calculando-se a média com os valores resultantes. Caso o consumo seja sazonal, ou seja, varie necessariamente de um mês para outro, deve-se considerar os valores em meses de anos diferentes (ANA, FIESP, SindusCon-SP, 2005).

### 3.2.2. Atividade 2 - Caracterização do edifício

Para estabelecer um plano de redução de consumo, é essencial conhecer-se o edifício muito bem, no que diz respeito aos aspetos físicos, funcionais e até temporais, e suas relações com os sistemas prediais.

Assim, os consumos que ocorrem no interior da edificação dependem basicamente dos seguintes fatores: da tarifa dos serviços de abastecimento de água pública cobrada na região, do rendimento familiar, das condições climáticas (precipitação, temperatura); das características das residências (tamanho, se possui área externa ou não); dos utilizadores (quantidade e faixa etária).

Vale ressaltar que deve-se ter em consideração os seguintes aspetos no levantamento das informações:

- ✓ Histórico de manutenção do sistema hidráulico;
- ✓ monitorizar a pressão em pontos críticos do sistema;
- ✓ detetar vazamento visíveis e não-visíveis. Este pode ser feito com o uso de equipamento especial com a utilização de correlacionador de ruídos e haste de escuta<sup>(13)</sup>;
- ✓ características técnicas dos equipamentos especiais (sistema de aquecimento/arrefecimento (AVAC) e piscina), como consumo diário;
- ✓ levantar com maior pormenorização possível os hábitos comportamentais dos usuários para que as ações de sensibilização sejam mais eficazes.

É importante ressaltar que a adoção destes sistemas permite um benefício no controlo do consumo e ainda permite localizar, prontamente, fugas na rede.

O sistema de monitorização do consumo será possível através de uma leitura visual direta no contador dos volumes da água em períodos de tempo preestabelecidos, normalmente mensal, podendo ser acompanhado pelas contas de águas ou, até mesmo, por intermédio de sistemas mais sofisticados, como o sistema de monitorização remota, que conta com apoio de programas informáticos específicos para sistematização de dados. A implementação de sistemas de gestão de consumos da água permitirá uma fiscalização do comportamento dos gastos da água ao longo da vida útil da edificação.

<sup>(13)</sup> [http://www.hidromelhoras.com/Catalogos/LMIC%202.7%20\(P\).pdf](http://www.hidromelhoras.com/Catalogos/LMIC%202.7%20(P).pdf)

### **3.3. DIAGNÓSTICO DO CONSUMO**

O diagnóstico é a síntese das informações obtidas na auditoria do consumo da água. Com estes dados será possível elaborar o projeto-piloto. A metodologia proposta sistematiza as intervenções a serem realizadas em um edifício de tal forma que as possíveis ações para a redução de consumo de água sejam resultantes de um conhecimento amplo do sistema e, dessa forma, garantir os níveis de consumo mínimos desejáveis e de reduzidos desperdícios de água.

Após a conclusão do levantamento do edifício e do tratamento dos dados, deve-se elaborar um diagnóstico, apresentando os consumos atuais por: utilização de tipo equipamento; tipo de utilização e local da habitação e ainda o consumo de sistemas especiais (piscina, lago e AVAC) e fugas. Adicionado a isto, deve-se apresentar as informações relativas ao histórico do consumo unitário da água (CAh), desperdício diário estimado (com base no valor ideal de 80l/(hab.dia)) e uma lista de comportamentos inadequados que levaram ao consumo atual.

### **3.4. PROJETO- PILOTO**

A partir do diagnóstico realizado, será elaborado o projeto - piloto, seguindo as seguintes etapas: correção das perdas do sistema; ações de sensibilização e divulgação; substituição de componentes convencionais por economizadores de água.

Estas etapas deverão ser medidas, através da redução de consumo da água, logo após implementação de cada uma delas ou no final da execução do projeto-piloto, tendo como objetivo obter resultados sem a influência da adaptação dos usuários ao novo sistema.

#### **3.4.1. Correção das perdas do sistema**

A perda, definida como toda a água que escapa antes de ser utilizada para um fim específico, pode ocorrer por causa de vazamentos, mau desempenho do sistema e negligência do utilizador (ANA, FIESP, SindusCon-SP, 2005).

As ações devem ser iniciadas pelo ponto crítico do sistema, em geral pela correção dos vazamentos detetados nos sistemas prediais de água, seja ela fria ou quente, que sucedem, normalmente, devido a fugas ocasionadas nos dispositivos de utilização instalados. Este problema surge quando os elementos de obturação dos dispositivos não são bem estanques. Para solucionar o problema, devem ser realizadas campanhas alusivas a estas causas, que analisem detalhadamente as origens das mesmas e refiram ainda as medidas de prevenção a serem aplicadas e formas de resolução do problema existente (Pedroso, 2009). Já nos sistemas especiais, o maior potencial para a redução de consumo de água nesses sistemas encontra-se na implementação de ações que visem o

reaproveitamento de água, sendo este assunto comentado de forma detalhada nos capítulos 4 e 5, que tratam da gestão da oferta de água.

### **3.4.2. Ações de sensibilização e divulgação**

As campanhas de sensibilização e divulgação devem ser alusivas à realidade que nos rodeia, nomeadamente na criação de formas de reduzir os gastos supérfluos. Ainda no âmbito da redução de consumo, devemos incentivar o uso de equipamentos de baixo consumo, criar sistemas de aproveitamento de águas pluviais e fazer também a reutilização de algumas águas desperdiçadas (águas residuais domésticas) (Pedroso, 2009).

A campanha de sensibilização, destinada a todos os usuários do sistema, deverá abordar, principalmente, os seguintes tópicos: objetivo do uso racional da água; as vantagens econômicas e ambientais da redução de volume de água e de esgoto tratado; a redução de gastos com as contas de água e de energia; a possibilidade de atendimento a um maior número de usuários (ANA, FIESP, SindusCon-SP, 2005).

### **3.4.3. Substituição de componentes convencionais por economizadores de água**

Para reduzirmos os níveis de consumo da água, podemos recorrer a dispositivos de utilização mais eficientes, ou seja, autoclismos com volumes de descarga menores e/ou de duplo comando, bem como torneiras termostáticas para duchas, torneiras com dispositivos de redução de caudal, chuveiros com manípulo para suspensão rápida da abertura, chuveiros de reduzido caudal e amplificadores da velocidade de descarga em ramais de descarga ou coletores e outros (Pedroso, 2009).

Diversos dispositivos eficientes encontram-se atualmente certificados, sendo a entidade responsável pela sua certificação hídrica em Portugal a ANQIP – Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais (ANQIP, 2012).

Tendo como objetivo reduzir o consumo, independente da ação do usuário ou da sua mudança de comportamento, os equipamentos economizadores deverão ser implementados de acordo com as necessidades dos utilizadores obtidas das observações de suas atividades relacionadas com a água e da avaliação técnico-económica e, ainda, das condições físicas da rede predial.

Segue abaixo uma lista de equipamentos economizadores que se encontram disponíveis no mercado. No entanto ao especificar estes produtos deve-se ter em conta as seguintes questões: pressão hidráulica no ponto de utilização; conforto do usuário; higiene; atividade do usuário; facilidade de manutenção; facilidade de instalação, tendo em vista a adequação do sistema; avaliação técnico-económica e vandalismo (ANA, FIESP, SindusCon-SP, 2005).

### a) Duches

Os banhos e duches são usos bastantes significativos na habitação, representando próximo de 1/3 do consumo médio, sendo assim um potencial de poupança significativo quando são aplicadas medidas que reduzam o volume gasto em cada utilização. Os principais fatores que influenciam o consumo associado ao duche são: o caudal do chuveiro, a sua duração e número. Assim, as opções mais usuais para a diminuição do consumo de água para os duches são: redução de caudal ou controle deste.

Normalmente um chuveiro convencional pode gastar cerca de 25 litros de água quente por minuto. Se o seu duche diário durar em média 3 minutos, significa que gastou mais de 70 litros de água potável, bem como cerca de 0,30 kWh de energia. Já os chuveiros economizadores de água que têm um caudal de 6-8 l/min e que utilizam um princípio de turbulência especial de modo a reduzir o consumo de água e energia mantendo o máximo conforto de um duche, poupam mais de 50% - por pessoa e por ano (Ecomeios,2009). No mercado existem vários chuveiros com estes sistemas instalados que são certificados pela ANQIP (Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais). Normalmente tem consumos na ordem dos 6 a 8l/min. E há ainda a hipótese de adaptação dos modelos convencionais com sistema de regularização de caudal. Na figura abaixo veem-se alguns exemplos.



Figura 10 - Sistema de regularização de caudal de duches e chuveiro com sistema economizador acoplado.  
(Fonte: <http://www.smartaqua.pt/>)

É de salientar que a combinação de chuveiros economizadores com misturadoras termostáticas acrescenta uma economia ainda maior, pois estas possibilitam a regulação automática da temperatura da água quente na saída e ainda possuem um dispositivo que permite a fixação dessa mesma temperatura, mostrando assim uma característica de redução do intervalo de tempo necessário para obtenção da temperatura desejada da água, o que se pode traduzir-se em alguma poupança no consumo.

### b) Autoclismos

Na utilização doméstica de água, as descargas de autoclismo representam aproximadamente 1/4 do consumo total. A maioria das bacias de retrete presentes nas habitações tem um volume de descarga igual ou superior a 9 litros (por vezes atingem os 15 litros) e são do tipo de descarga única, o

que leva a que mesmo em situações após micção, em que o caudal de descarga para limpeza do aparelho sanitário poderia ser reduzida, é descarregada a totalidade do caudal. Sendo assim, e uma vez que existem no mercado alternativas com dupla descarga e ainda por cima mais eficiente, apresentando 6 litros na descarga máxima e na mínima 3 litros (ainda há equipamentos que chegam a 1,8 litros na descarga mínima, sendo este com triturador acoplado <sup>(14)</sup>), esta será a melhor escolha a especificar, uma vez que a mesma por si só permitirá uma redução significativa de água em termos de consumo domésticos. Para adaptação de modelos convencionais já existem mecanismos que podem ser aplicados a qualquer autoclismo e que permitem reduzir o volume de descargas, como válvulas economizadoras (figura 11) que são acopladas facilmente aos autoclismos convencionais. Importa ainda destacar a possibilidade de instalação de dispositivos de interrupção automática (Figura 12) ou manual da descarga, ou a utilização de volumes que ocupem parte da capacidade do autoclismo (recipientes cheios de água, por exemplo).



Figura 11 - Autoclismo com dupla descarga, válvulas economizadoras e sanita suspensa com triturador<sup>(14)</sup> integrado, consecutivamente.

(Fonte: <http://www.sfa.pt/particulares/gama-de-produtos-sfa/sanicompact-comfort-silence-eco-plus-ficha-produto> e [http://www.oli.pt/xFiles/scContentDeployer\\_pt/docs/Doc388.pdf](http://www.oli.pt/xFiles/scContentDeployer_pt/docs/Doc388.pdf))



Figura 12- Dispositivo de interrupção automática da descarga do autoclismo

Fonte:Ecomeios

Outra solução passa pela instalação de um amplificador de velocidade de descarga (Figura 13). Este aparelho permite a utilização de autoclismos com descargas de 4,0 litros e 2,5 litros, já que possibilita níveis de eficácia superiores, equivalendo a descarga de um autoclismo com maior volume de escoamento (Pedroso, 2009).

<sup>(14)</sup> Catálogo : [http://www.sfa.es/upload/products/7/211001-manual\\_saniconcompact-comfort-silence-eco.pdf](http://www.sfa.es/upload/products/7/211001-manual_saniconcompact-comfort-silence-eco.pdf)

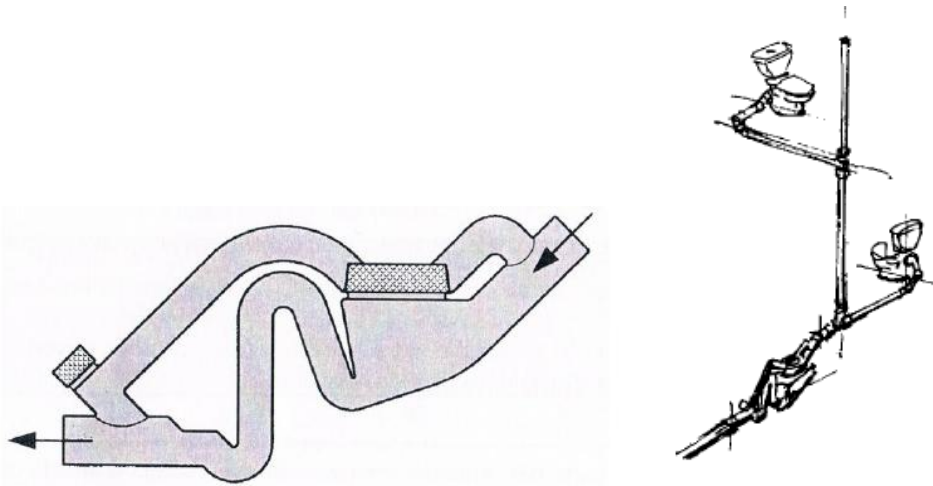


Figura 13 - Amplificadores da velocidade de descarga  
 Fonte: (CSTB, Avis Technique 15/97-240 apud Pedroso, 2009)

Vale salientar que devido ao alto consumo de água nas descargas de autoclismos e a não necessidade de uso de água potável, é aconselhável o uso de água reaproveitada, como águas das chuvas e/ou águas cinzentas tratadas.

### c) Torneiras

Acompanhado com o consumo nas torneiras de lavatório, o consumo de água nas torneiras de cozinha e casa de banho tem um peso significativo no consumo de uma casa (26%, segundo Pedroso, 2009), sendo assim, o terceiro mais significativo nas residências. Seguem abaixo o que se pode utilizar para diminuir o consumo de água quando tratamos de adaptação das torneiras:

- ✓ Dispositivos arejadores: são instalados na saída de água da torneira, reduzem a secção de passagem de água e injetam ar durante o escoamento, diminuindo o jato da torneira em cerca de 60%-75% (caudal entre 3,8 litros/minuto e 6,0 litros/minuto). Seu uso já é muito comum em residências, pelo comprimento curto é apropriado para torneiras mais curtas, especialmente para lavatórios/bidé em WC. E por se tratar de um dispositivo simples e eficiente, com baixo custo de aquisição, fácil instalação e não necessitar manutenção.
- ✓ Dispositivos pulverizadores: semelhante aos arejadores, mas não tem orifícios laterais para introdução de ar, transformam os jatos de água em feixes de pequenos jatos. Reduzem o caudal para valores entre 3,8 litros/minuto e 8,0 litros/minuto.
- ✓ Dispositivos reguladores de caudal: diminuem a vazão das torneiras e são especialmente úteis em locais com alta pressão nas tubulações de água e para edifícios de vários andares com diferenças no nível de pressão da água. A chave incluída permite regular o caudal para o nível de poupança desejado (mínimo 3 litros/minuto) evitando que este seja alterado por pessoal não autorizado (sem acesso à chave).

- ✓ Dispositivos prolongadores: permitem aproximar e direcionar o jato de água, diminuindo os espirros e respingos e proporcionando maior eficiência no uso da água. Especialmente usado nas cozinhas. Caudal de 3,8 litros/minuto a 6,0 litros/minuto (60-75% de economia).



Figura 14 - Arejadores (a); Pulverizadores (b); Regulador de caudal (c); Prolongador (d)

Fonte: Ecomeios, 2009; [http://www.proeficiencia.com/produtos\\_economizadores\\_produtos.html](http://www.proeficiencia.com/produtos_economizadores_produtos.html) e <http://www.maxigas.pt/include/CASCADE%20-%20Catalogo%20de%20Produto.pdf>

Existem, no entanto, diversos tipos de torneiras que já têm acoplados dispositivos economizadores, que contribuem para o uso sustentável da água. Os tipos mais comuns são:

- ✓ Monocomando - esta permite a abertura, fecho e a combinação de mistura de água quente e fria com o auxílio exclusivo de uma única alavanca.



Figura 15 - Torneira monocomando

Fonte: [http://pt.tec.sanindusa.pt/catalogo/torneiras/torneiras-de-sala-de-banho/icone-eco/misturadora-de-bid%C3%A9-eco\\_1528.html](http://pt.tec.sanindusa.pt/catalogo/torneiras/torneiras-de-sala-de-banho/icone-eco/misturadora-de-bid%C3%A9-eco_1528.html)

- ✓ Termostática- esta permite a escolha da temperatura desejada, através de um regulador localizado à direita da torneira, proporcionando uma temperatura agradável e constante da água.



Figura 16 - Torneira com sistema termóstato

Fonte: <http://www.grohe.com/pt/14956/cozinha/torneiras-de-cozinha/aria/detalhes-do-produto/?product=31043-G171&color=000>

- ✓ Com temporizador - A economia é feita, pois esse tipo de torneira fica aberta apenas alguns segundos. A água começa a sair quando se pressiona um botão que, na maioria das vezes, ficam em cima dela, e após isso, sai água durante alguns segundos, após o que fecha sozinho, evitando o esquecimento da mesma aberta e o conseqüente desperdício. Apresentam um caudal de 7 litros por minuto<sup>(15)</sup>.



Figura 17 - Torneira com temporizador

Fonte: [http://pt.tec.sanindusa.pt/catalogo/torneiras/torneiras-temporizadas/lock/torneira-de-lavatorio-temporizada\\_1596.html](http://pt.tec.sanindusa.pt/catalogo/torneiras/torneiras-temporizadas/lock/torneira-de-lavatorio-temporizada_1596.html)

- ✓ Acionamento por sensor infravermelho - é provida de um sensor que deteta a presença das mãos do utilizador; consomem em média 12 l/min.



Figura 18 - Torneira com acionamento por sensor infravermelho

Fonte: <http://pt.tec.sanindusa.pt/catalogo/torneiras/>

#### d) Máquina de lavar roupa

Segundo Pedroso (2009), a utilização da máquina de lavar roupa é responsável por cerca de 8% do consumo de água de uma habitação. Este equipamento é essencial nos dias de hoje, estando presente na maioria das habitações e vem evoluindo de forma significativa em relação à redução do consumo da água. Os consumos atuais destes equipamentos variam entre 35 a 220 litros por lavagem, tendo uma média geral de consumo por 90 litros por lavagem, para capacidade de carga de 5kg de roupa de algodão. No entanto, os modelos considerados eficientes apresentam consumos entre 35 e 75 litros por lavagem, podendo admitir-se um valor médio de 55 litros por lavagem em geral, para a mesma capacidade de carga de roupa. Estes equipamentos têm em geral uma vida útil entre 8 e 16 anos, dependendo principalmente da sua qualidade e da frequência de utilização. A redução do

<sup>(15)</sup> <http://www.benkiser.de/verlinkung.php?link=ausschreibung.html>

consumo de água neste equipamento está ligada as características (tipo, idade e programas) e/ou comportamento do utilizador (carga colocada em cada lavagem, quantidade de detergente).

A legislação nacional obriga a que as máquinas de lavar roupa sejam providas, quando expostas para venda, de etiquetas informativas com o consumo de água anual e não só, como apresentado na figura 19. Os modelos que são considerados eficientes apresentam também a "etiqueta ecológica europeia" da Eco-Label (explicado no subcapítulo 2.3.2.1).

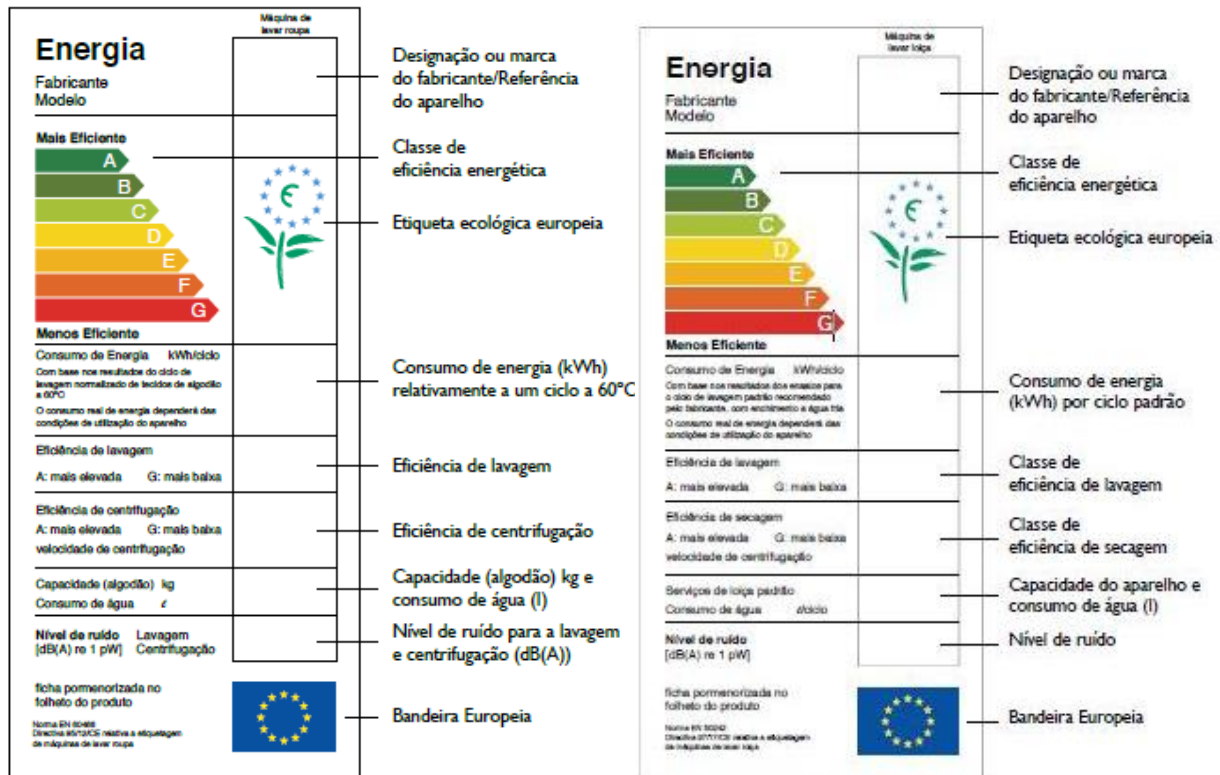


Figura 19 - Etiqueta informativa de máquina de lavar roupa e loiça  
 Fonte: [http://www.adene.pt/pt-pt/Publicacoes/Documents/Guia\\_EEAdene.pdf](http://www.adene.pt/pt-pt/Publicacoes/Documents/Guia_EEAdene.pdf)

### e) Máquina de lavar loiça

Segundo Pedroso (2009), as máquinas de lavar loiça representam cerca de 3% do consumo total da água numa residência. À semelhança das máquinas de lavar roupa, os modelos de máquinas de lavar loiça fabricados têm reduzido sucessivamente os consumos associados a cada lavagem. Os modelos domésticos de máquina de lavar loiça atualmente em uso têm consumos de água entre 12 e 36 litros por lavagem em modelos com capacidade para serviços de loiça para oito pessoas e entre 12 e 54 litros por lavagem para modelos com capacidade para serviços de doze pessoas, podendo admitir-se um valor médio de 22 litros por lavagem em geral, para este último caso. No entanto para ser considerada eficiente o consumo para um serviço de 8 pessoas, deve ser entre 12-16 litros por lavagem e para serviço de 12 pessoas entre 16-22 litros por lavagem.

A legislação nacional também obriga a que as máquinas de lavar loiça sejam providas, quando expostas para venda, de etiquetas contendo informações no que diz respeito ao consumo e não só, como visto na figura 19. Os modelos considerados eficientes apresentam também a "etiqueta ecológica europeia".

### 3.5. AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE REDUÇÃO

O consumo da água deverá ser medido antes e após a realização das intervenções para amenizar o consumo desnecessário. O cálculo destes consumos será realizado de forma sistemática através da leitura nos hidrómetros e observando-se os impactos de redução nos respetivos períodos. O impacto de redução (IR) será calculado de acordo com a seguinte fórmula:

$$IR(\%) = \frac{CAa - CAd}{CAa} \times 100$$

Equação 1 - Coeficiente do Impacto de redução do consumo da água

Onde:

IR- Impacto de redução (%)

CAa - Consumo da água antes da implementação do projeto-piloto

CAd - Consumo da água depois da implementação do projeto-piloto

O valor do impacto de redução será passado aos consumidores através da campanha de consciencialização, que tem como objetivo incentivar a economia da água. A esta informação poderá, ainda, ser adicionado o período médio de retorno do investimento do projeto-piloto.

---

## 4. APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

---

### 4.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

O aproveitamento de águas pluviais, na sua forma mais rudimentar, é uma prática utilizada à milhares de anos como forma de armazenar água durante todo o ano, em vez de depender da sazonalidade de chuvas. Esta prática retorna atualidade em países desenvolvidos devido às estratégias para o uso sustentável da água e resiliência urbana.

Os sistemas de aproveitamento de águas pluviais, exclusivamente ou em conjunto com outros sistemas de drenagem sustentável, tem a capacidade de não só complementar a alimentação da rede de água, mas também proporcionar uma redução significativa dos riscos de inundações urbanas e fluviais. Para o máximo de benefícios, seria necessário adaptar os sistemas de captação de água de chuva em edifícios existentes, no entanto muitos apresentam inviabilidades técnica-económicas, como falta de espaço para instalação da cisterna, como já relatado.

Num edifício habitacional as águas reaproveitadas apresentam características que podem ser adequadas para uma variedade de usos não-potáveis, como autoclismo, máquina de lavar roupa, rega de jardim e ainda lavagem de veículos. Permitem obter uma eficiência média de poupança entre 47% e 57% (Fewkes, 1999a apud Ward S.,2010). Em relação ao retorno financeiro, um estudo realizado no Reino Unido identificou que para um conjunto habitacional com cinco casas, alimentado com águas pluviais para fins não potáveis (Autoclismos, Jardim e maquina de lavar roupa), o *payback* foi aproximadamente de 30 anos (Leggett et al., 2001 apud Ward S.,2010). Já num estudo realizado em Portugal, contemplava 99 habitações, sendo o uso das águas pluviais apenas para lavagem de carro e rega, foi considerado um *payback* de 40 anos com taxa de atualização de 5,28% , chegando a 27 anos com taxa de atualização de 3% (Matos et al., 2010). Entretanto, este valor varia de acordo com a localização do empreendimento (devido à quantidade da chuva e do custo da água), do sistema de tratamento da água, tamanho do reservatório e ainda em razão de subsídios fornecidos e taxa de atualização.

Em relação ao controlo de inundações, segundo Vaes e Berlamont (1999) o impacto do aproveitamento de águas pluviais pode reduzir o pico de descarga em torno de 15 a 25% (Ward S.,2010).

## 4.2. QUALIDADE DA ÁGUA PLUVIAL

### 4.2.1. Parâmetros de qualidade da água da chuva

A qualidade de uma água é definida em função do tipo e quantidade de impurezas presentes na mesma. As características qualitativas da água estão relacionados com os usos mais apropriados que dela podem ser feitos e podem ser traduzidas na forma de parâmetros de qualidade da água. Estes parâmetros, de acordo com o DL 236/1998, de 1 de agosto, que define a qualidade das águas doces superficiais destinadas a fins balneares, são divididos em três classes: parâmetros microbiológicos, parâmetros físico-químicos e outras substâncias consideradas como indicadores de poluição.

Os **parâmetros microbiológicos** a analisar são: Coliformes Totais, Coliformes Fecais, *Escherichia coli*, *Salmonella* e Enterovírus.

Os **parâmetros físico-químicos** a analisar são: pH, Cor, Óleos Minerais, Substâncias tensoativas (que reagem com o azul de metileno), Fenóis (índice de fenóis), Transparência, Oxigénio dissolvido, Resíduos de alcatrão, matérias flutuantes (tais como madeira, plásticos, garrafas, recipientes de vidro, de plástico, de borracha ou de outro material, detritos ou fragmentos), Azoto Amoniaco e Azoto Kjeldahl.

Outras substâncias consideradas como **indicadores de poluição** a analisar são: Pesticidas, Cianetos, Nitratos, Fosfatos e Metais pesados, tais como: Arsénio, Cádmio, Crómio, Chumbo e Mercúrio.

Segundo Bertolo, os parâmetros mais importantes para a análise da qualidade da água pluvial para fins não potáveis são : Cor, pH, Ferro, Sólidos Solúveis Total (SST), turvação, dureza, sulfatos, Oxigénio Dissolvidos (OD), sabor, cálcio, nitratos, cloro residual, cheiro, magnésio, fluoretos, coliformes fecais e alcalinidade (Pushpangadan e Sivanandan, 2001 apud Bertolo, 2006). No anexo (Anexo A2) apresentam-se as definições dos parâmetros identificados como necessários num programa de análises para uma primeira avaliação da qualidade da água da chuva em Portugal.

### 4.2.2. Análise da qualidade da água pluvial

A Organização Mundial da Saúde (OMS, 2008) reconhece que a água da chuva geralmente não contém muitos contaminantes, exceto aqueles advindos da atmosfera. No entanto, quando tal água é colhida e armazenada, admite-se que a qualidade pode deteriorar-se devido a uma variedade de aspetos, sendo a maioria de origem antropogénica. As fontes de contaminação podem incluir detritos trazidos pelo vento, folhas, insetos, excrementos de animais e aves, dejetos de zonas ajardinadas (aquando do uso de fertilizantes tem uma importância adicional) e veículos (poluição móvel e difusa), que levam a riscos potenciais à saúde, ainda que estes possam ser amenizados com o uso de um dispositivo de primeira descarga, que será apresentada mais adiante no subcapítulo 4.5.3 (OMS,2008; Do Vale, 2011).

Nas águas pluviais encontram-se as mais variadas substâncias como, por exemplo, substâncias calcárias e magnesianas que tornam a água dura; substâncias ferruginosas que dão cor e sabor à mesma e substâncias resultantes das atividades humanas, tais como produtos industriais, que a tornam imprópria ao consumo. Por outro lado, a água pode carregar substâncias em suspensão, tais como partículas finas dos terrenos por onde passa e que lhe dão turbidez à mesma; pode também carregar microrganismos, tais como algas, que modificam o seu sabor, ou ainda quando passa sobre terrenos sujeitos à atividade humana, podendo levar microrganismos patogênicos.

Observando de modo geral os resultados obtidos em diferentes pesquisas realizadas em Portugal e em outros países, referentes à qualidade da água de escorrência, apresentados em anexo (Anexo A3), pode-se afirmar que a qualidade das águas pluviais pode variar de acordo com o local onde ocorre a chuva, com as condições meteorológicas, com a presença ou não de vegetação, fontes antropogênicas e ainda com a superfície de coleta e o material do reservatório e do sistema de extravasamento. No entanto, de uma forma generalizada, pode-se dizer que a água de chuva é:

- ✓ Uma água ligeiramente ácida (com pH entre 5,0-7,61, dependendo da região). É importante salientar que o potencial hidrogeniônico (pH) influencia o grau de solubilidade de várias substâncias. Para valores acima de 7,5 os elementos Cobre, Zinco e Cádmio encontram-se em forma menos nocivas para a natureza; já para valores abaixo de 6,5, os efeitos podem ser muitos desfavoráveis, pode causar corrosão de peças e equipamentos no sistema de coleta, tratamento e distribuição das águas pluviais.
- ✓ Com ligeira condutibilidade. Os valores de condutibilidade diminuem com o decorrer de cada evento de precipitação, isto acontece devido a limpeza constante da superfície e subsequente redução do nível de poluição residual. A redução da condutibilidade indica, de forma expedita, uma possível redução dos valores de concentrações associadas a metais pesados, ao longo do evento de precipitação (Do Vale, 2011). Este efeito evidencia a importância do descarte das primeiras chuvadas no aproveitamento de águas pluviais.
- ✓ De difícil biodegradabilidade. Uma vez que apresenta valores de quociente entre a CBO<sub>5</sub> (Carência Bioquímica de Oxigênio em 5 dias) e a CQO (Carência Química de Oxigênio) inferiores a 0,2. Se o quociente fosse superior a 0,6 seria de fácil biodegradabilidade (Do Vale, 2011). No entanto, este efeito pode ser amenizado com descarte das primeiras chuvadas, uma vez que estes parâmetros apresentam um efeito de decréscimo nos valores ao longo do evento.
- ✓ Apresenta pouco cheiro e sabor (a não ser que o telhado apresente algum contaminante, como betume).
- ✓ Apresenta-se turva e com sólidos em suspensão. Os parâmetros de turbidez e de sólidos suspensos totais, apresentam-se valores significativos ( 52 UNT e 268 mg/l em média). É importante frisar que estes parâmetros e ainda CBO<sub>5</sub> mostraram-se mais sensíveis à influência das características da precipitação, tais como a intensidade (Hagemann,, 2009).

- ✓ A água pluvial normalmente apresenta-se macia. O parâmetro de dureza não passa os valores de 75 mg/l CaCO<sub>3</sub>, no entanto na presença de betume este valor pode ser bastante significativo, levando a água a ser classificada como dura ou muito dura (valores entre 150 mg/l CaCO<sub>3</sub> e 300 mg/l CaCO<sub>3</sub>, classifica-se como dura, e superiores a 300 mg/l CaCO<sub>3</sub>, muito dura).

### 4.3. PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA USO NÃO-POTÁVEL

Em Portugal ainda não existe, como já referido, normas ou regulamentos específicos relativos ao aproveitamento de águas pluviais como em outros países (por ex. Alemanha ou Reino Unido); no entanto há regulamentos portugueses que ditam os parâmetros de qualidade da água de acordo com o fim a que se destina: água para consumo humano (Decreto-Lei nº 306/2007 de 27 de agosto), águas doces superficiais destinadas à produção de água para consumo humano e águas balneares (Decreto-lei nº 236/1998 de 1 de agosto) e ainda para descarga em meio urbano (Decreto-Lei 152/97 de 19 de junho).

Segue abaixo tabela com uma síntese dos regulamentos relativos aos limites estabelecidos para os parâmetros da qualidade da água em Portugal e outra tabela com os valores estabelecidos para a qualidade das águas pluviais em outros países, como o Reino Unido, onde existem normas para este fim.

Tabela 14 - Síntese dos parâmetros de qualidade de água dos regulamentos portugueses

Parâmetros	Expressão dos resultados	Decreto de Lei nº 236/1998 de 1 de agosto - Anexo I - Qualidade das águas doces superficiais destinadas à produção de água para consumo humano (ETA 701)						Decreto de Lei nº 306/2007 de 27 de agosto
		A1		A2		A3		
		VMR	VMA	VMR	VMA	VMR	VMA	
<b>Cor</b>	mg/l, escala Pt-Co	10	20	50	100	50	200	20
<b>Turbidez</b>	UNT	-	-	-	-	-	-	<4
<b>Cheiro</b>	Fator de diluição, a 25°C	3	-	10	-	20	-	<3
<b>CBO<sub>5</sub>, 20°C</b>	mg/l O <sub>2</sub>	3	-	5	-	7	-	-
<b>SST</b>	mg/l	25	-	-	-	-	-	-
<b>pH<sub>25°C</sub></b>	Escala de Sorensen	6,5-8,5	-	5,5-9,0	-	5,5- 9,0	-	6,5 - 9,0
<b>Condutividade</b>	µS/cm, 25°C	1 000	-	1 000	-	1 000	-	2500
<b>Ferro</b>	mg Fe/l	0,1	0,3	1	2	1	-	0,2
<b>Manganês</b>	mg Mn/l	0,05	-	0,1	-	1	-	0,05
<b>Cloretos</b>	mg Cl/l	200	-	200	-	200	-	<250

<b>Sulfatos</b>	mg SO <sub>4</sub> /l	150	250	150	250	150	250	<250
<b>Oxigênio Dissolvido</b>	% saturação de O <sub>2</sub>	70	-	50	-	30	-	-
<b>Nitratos</b>	mg/l NO <sub>3</sub>	25	50	-	50	-	50	50
<b>Nitritos</b>	mg/l NO <sub>2</sub>	-	-	-	-	-	-	0,5
<b>Coliformes Totais</b>	Número/100 ml	50	-	5000	-	50000	-	0
<b>Coliformes Fecais</b>	Número/100 ml	20	-	2000	-	20000	-	0
<b>Salmonelas</b>		Ausência em 5 000 ml		Ausência em 1 000 ml				
<b>Estreptococos fecais</b>	Número/100 ml	20	-	1000	-	10000	-	0

Nota 1:

VMR — valor máximo recomendado

VMA — valor máximo admissível.

Nota 2: Esquemas tipo de tratamento referentes às classes A1, A2 e A3 das águas superficiais: Classe A1 — tratamento físico e desinfecção. Classe A2 — tratamento físico e químico e desinfecção. Classe A3 — tratamento físico, químico de afinação e desinfecção.

Nota 3 : De acordo com o Decreto de Lei nº 236/1998 de 1 de Agosto o parâmetro cor das águas balneares não deve apresentar alterações anormais por inspeção visual quinzenal.

**OBS:** Não foram contemplados todos os parâmetros referidos nas normas citadas. Só foram considerados os parâmetros mais relevantes para o tema em questão.

Tabela 15- Parâmetros para qualidade de água de chuva para fins não potáveis- BS 8515/2009

Parâmetros	Expressão dos resultados	Uso	
		sprinklers	Rega de Jardim /WC
<i>Escherichia coli</i>	Número/100 ml	1	250
<i>Estreptococos fecais</i>	Número/100 ml	1	100
<i>Legionella</i>	Número/100 ml	100	
<b>Coliformes Totais</b>	Número/100 ml	10	1000
<b>Oxigênio Dissolvido</b>	(mg/l)	>1 (>10% saturação)	-
<b>Sólidos em Suspensão</b>	(mg/l)	Visualmente clara e livre de detritos flutuantes	
<b>Cor</b>	-		-
<b>Turbidez</b>	UNT	<10 (<1 se for usado tratamento UV)	
<b>pH</b>		5 a 9	
<b>Cloro Residual</b>	(mg/l)	<5 para rega de jardim e <2 para outros usos	
<b>Bromo residual</b>	(mg/l)	<2 para todos os usos	

De acordo com os valores apresentados, para se obter uma qualidade adequada para a água da chuva para fins não potáveis deve-se recorrer a um processo de tratamento, contendo no mínimo uma filtração da água para remover finos e partículas, e eventualmente uma desinfecção para remoção de microrganismos, se os limites dos parâmetros microbiológicos ultrapassarem os valores regulamentares. Além do tratamento, deve-se adotar sistemas de aproveitamento de águas pluviais que visem atenuar fatores de risco de poluição; no subcapítulo a seguir são apresentados os principais sistemas e os cuidados a serem tomados na sua concepção.

#### 4.4. SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Os sistemas de aproveitamentos pluviais podem ser caracterizados pelas suas propriedades hidráulicas (sistema de fluxo total, sistema de derivação, sistema de retenção e sistema de infiltração) e tipos de bombeamento (bombeamento direto, indireto e por gravidade), conforme resumido no Anexo A4.

Abaixo (Fig. 20), apresenta-se um sistema convencional para aproveitamento de águas pluviais. Os sistemas são compostos por um conjunto de componentes que serão abordados na subcapítulo em seguida.

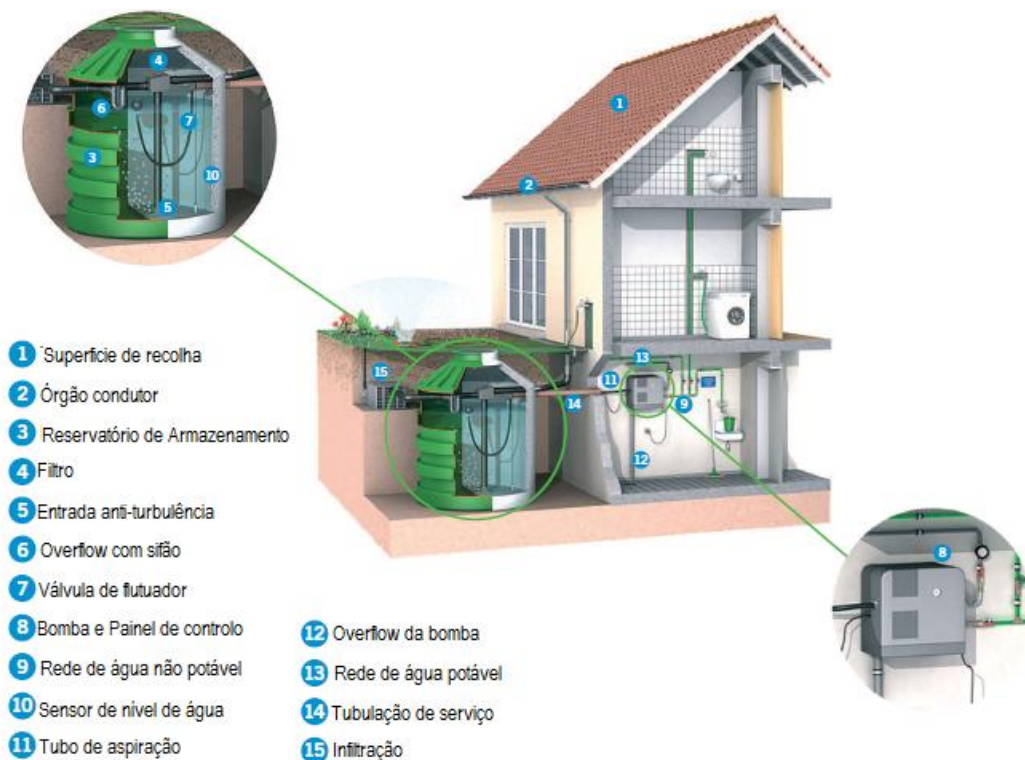


Figura 20 - Sistema convencional de aproveitamento de águas pluviais.

Fonte:AQUA ESPAÑA, 2011.

O sistema descrito contempla apenas como superfície de recolha a cobertura, mas outras superfícies podem ser utilizadas, tais como parques de estacionamento e outras zonas

impermeabilizadas. Optou-se por esta escolha devido à qualidade da água pluvial recolhida nestas áreas apresentar uma quantidade maior de poluentes, exigindo assim um esquema de tratamento mais avançado (tratamento biológico e desinfecção) (Nolde, 2007). Porém esta alternativa pode ser atraente se for combinada com reutilização de águas cinzentas, que necessita de um nível maior de tratamento.

As aplicações possíveis para o uso da água pluvial com tratamento primário (filtração), são principalmente em autoclismos, rega de jardim, lavagem de zonas impermeabilizadas, lavagem de veículos e ainda nas máquinas de lavar (dependendo da qualidade da água é necessário um tratamento mais avançado (filtração de partículas 5 *micron*, seguido de desinfecção com radiação ultravioleta (UV) - detalhado no subcapítulo 4.5.8 - Pós-tratamento).

## **4.5. COMPONENTES DO SISTEMA**

### **4.5.1. Superfície da captação**

Como já mencionado, a superfície de recolha do sistema de aproveitamento de águas pluviais, considerado neste trabalho, será o telhado da habitação não acessível (salvo operações de manutenção).

Vale ressaltar que a superfície de captação tem uma grande influência na qualidade da água recolhida, uma vez que os contaminantes poderão estar presentes nos materiais utilizados na sua construção (através do processo de lixiviação) e nos materiais que nele se depositam (contaminantes que se tenham introduzido na superfície entre eventos de precipitação).

A superfície de captação pode ser de diferentes tipos e há que considerar o efeito quer a nível qualitativo e quantitativo na área de recolha. A nível qualitativo deve-se levar em conta as limitações de telhados verdes (fontes de nutrientes), dos telhados asfálticos (contribuição de hidrocarbonetos), dos telhados metálicos (contribuição de iões metálicos), dos telhados de fibrocimento (evitar limpeza com métodos de alta pressão, apesar de não se verificar perigo para a saúde humana. Deve-se banir a escolha deste material para novas construções) e dos telhados à base de cimento ou telhas de argila (quando pintadas ou revestidas com primários, deve-se ter cuidado com processos de lixiviação química). Para amenizar estes efeitos recomenda-se o não aproveitamento das primeiras águas. Já em relação ao nível quantitativo, a recolha de água da chuva varia com a textura do telhado e o seu tamanho.

Devido à textura do telhado, a quantidade de água que se obtém dificilmente é igual à que precipita. Este facto deve-se a perdas aquando do processo de recolha, tais como a evaporação, arrastamento pelo vento, ou mesmo pequenas fugas no percurso. Para contabilizar estas perdas, expressas em termos de eficiência, é introduzido o conceito de coeficiente de escoamento, que é dado em função das características da superfície e representa o quociente entre o volume total de

escoamento superficial num determinado período de tempo e o volume total precipitado nesse período (Tabela 16).

Tabela 16- Valores dos coeficientes de escoamento

Tipo de cobertura	Coefficiente de escoamento
Coberturas impermeáveis (telha, cimento, asfalto, etc.)	0,8
Coberturas planas com gravilha	0,6
Coberturas verdes extensivas (pouco porosas)	0,5
Coberturas verdes intensivas (muito porosas)	0,3

Fonte: ETA 701 (ANQIP, 2009)

Em relação ao tamanho do telhado deve-se considerar a sua projeção horizontal. Assim, a área de recolha de água de um edifício é dada, normalmente, pela área de implantação deste.

#### 4.5.2. Órgãos de condução

Uma vez recolhida a partir da superfície de captação, a água da chuva é transferida para o tanque de armazenamento através de uma série de componentes, referidos como órgãos de condução, incluindo-se nestes as caleiras e os tubos de queda. Estes dispositivos transportam para além da água, também detritos (sedimentos, folhas, dejetos de animais e pássaros), provenientes do telhado e também do próprio dispositivo. Para amenizar estes adventos, as caleiras podem ser protegidas com grelhas metálicas ou de plástico, evitando assim a entrada de grandes detritos (Fig. 21).



Figura 21 - Caleiras com grade de proteção

Fonte: Manual de capacitación para la participación comunitaria. Floriana Hernández Martínez

O dimensionamento destes dispositivos é efetuado de acordo com (i) o caudal - que depende da intensidade pluviométrica da região (baseada nos índices pluviométricos de volume precipitado e período de retorno), da área de projeção horizontal do telhado e do coeficiente de escoamento - (ii) com o tipo de material utilizado e (iii) com a inclinação da caleira, de forma a evitar deposição de detritos e extravasamentos. De acordo com Bertolo, é razoável instalar as caleiras com uma inclinação de 1/100 a 1/500 (Bertolo, 2006). No que se refere concretamente a caleiras, saídas e tubos de descarga, devem ser atendidas, nas partes aplicáveis, as disposições do Regulamento Geral dos

Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais (Decreto Regulamentar nº 23/95) ou da Norma Europeia EN 12056-3- *Gravity drainage systems inside buildings. Roof drainage, layout and calculation* (Sistemas gravíticos de drenagem de águas pluviais em coberturas de edifícios de habitação, comércio e indústria) (ETA 701, 2009).

Os materiais utilizados nas caleiras são: alumínio, aço galvanizado, cobre e o aço inoxidável (mais caro) e policloreto de vinilo (PVC). Já os tubos de queda são normalmente do mesmo material das caleiras e as interligações entre as caleiras e os tubos de queda são normalmente em policloreto de vinilo (PVC).

#### 4.5.3. Dispositivos de pré -tratamento (filtração)

Embora haja uma variedade de meios de tratamento de água da chuva, antes do armazenamento, os métodos tendem a utilizar uma de três técnicas: *first flush* (dispositivo de desvio das primeiras águas), filtração ou sedimentação.

O dispositivo de desvio das primeiras águas (*first flush*) serve para desviar a primeira porção do escoamento (recolhidos a partir da superfície de captação), afastando-a do tanque de armazenamento. Um dos muitos meios pelos quais este desvio pode ser realizado é ilustrado na Figura 22. Esta técnica melhora a qualidade de água da chuva armazenada ao impedir a entrada de sujidade e detritos que advêm da superfície de captação após um grande período de seca. E ainda é importante para melhorar o funcionamento do sistema de operação (OGRRRS, 2010). O volume a desviar poderá ser determinado com base em critérios de tempo ou com base na área da cobertura e numa altura de precipitação pré-estabelecida, que poderá variar entre 0,5 e 8,5 mm, conforme as condições locais. Na ausência de dados adota-se o volume correspondente a 2 mm de precipitação (ETA 701, 2009).

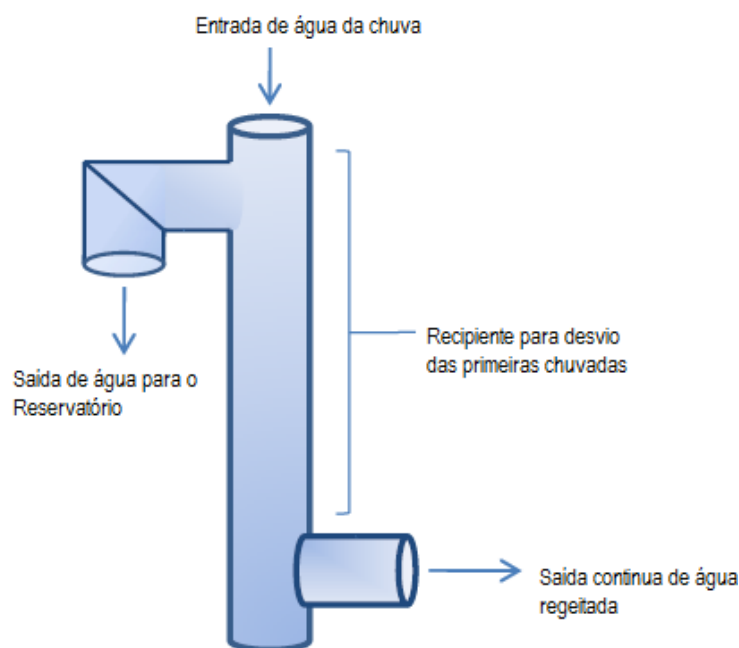


Figura 22 - Esquema indicativo do dispositivo de desvio de primeiras águas  
Fonte: (OGRRRS, 2010).

O segundo dispositivo para tratar a água são os filtros. Estes acessórios são visíveis na Fig. 23 e localizam-se geralmente antes do reservatório, no tubo de queda, enterrado ou no seu interior. O objetivo dos filtros é remover a maior quantidade possível de sedimentos e detritos de pequenas dimensões antes do armazenamento da água, evitando as condições favoráveis ao desenvolvimento de microrganismos ou algas. A eficácia do filtro varia de acordo com o modelo e a intensidade da chuva. A maioria dos filtros disponíveis no mercado têm uma eficiência de 80 a 100% (DIN 1989-2). A ETA 701, considera um valor de 90%.

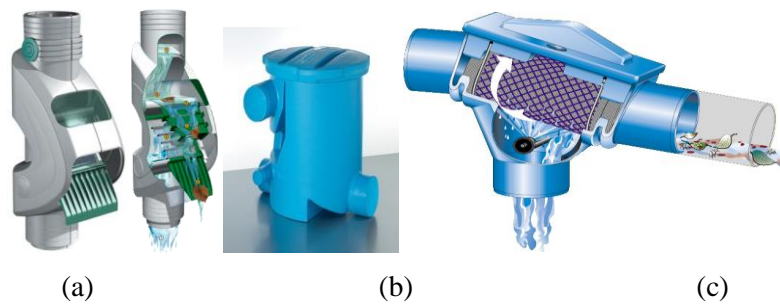


Figura 23 - (a) Filtro localizado no tubo de queda (b) Filtro enterrado antes do reservatório (c) Filtro no interior do reservatório.

Fonte: 3P Technik

Um outro método de pré-tratamento é uma câmara de decantação dentro do reservatório de armazenamento da água da chuva. A água da chuva da superfície de captação é primeiramente transportada para a câmara de decantação ou de sedimentação do tanque, onde a sujeira e os detritos suspensos na água da chuva podem assentar no fundo do tanque ou câmara. Então a água tratada é transportado para o reservatório de armazenamento de água da chuva. Os dois compartimentos do tanque de armazenamento de água da chuva são apresentados na figura a seguir.

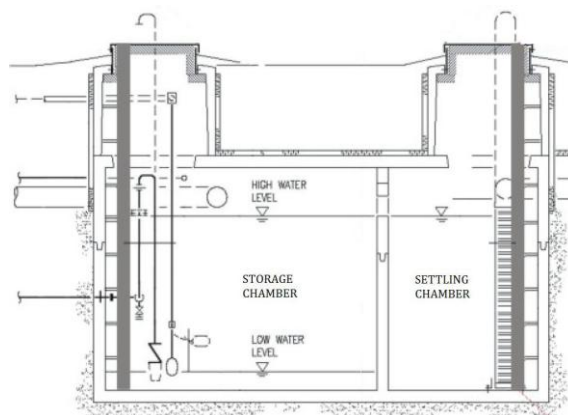


Figura 24 - Reservatório de armazenamento com uma câmara de decantação/sedimentação

Fonte: (OGRRRS, 2010)

#### 4.5.4. Reservatório

Os reservatórios de armazenamento estão disponíveis em todas as formas e tamanhos no mercado, mas existem atributos básicos que devem estar presentes em cada um, independente do tipo que for selecionado (ver Figura 25). Os elementos mais comuns que devem ser especificados são os seguintes:

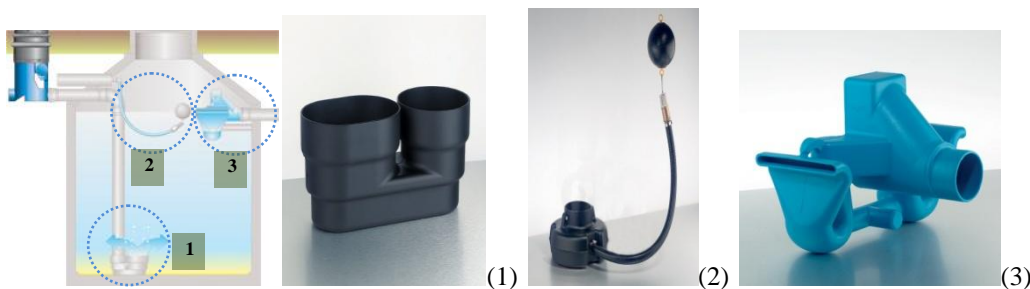


Figura 25 - Reservatório de armazenamento e seus componentes básicos

Fonte: 3P Technik

- ✓ Estanquidade do reservatório: elementos destinados a reter a água devem ser capazes de manter uma mínima estanquidade durante a sua vida útil.
- ✓ Exigências quanto à qualidade da água: o primeiro dispositivo que se deve colocar na tubagem de acesso ao reservatório é um “amortecedor de água” (fig. 25-1) que impede qualquer perturbação da camada de partículas finas residuais depositadas no fundo do tanque. Ao mesmo tempo, a parte inferior da água armazenada recebe uma injeção de oxigénio, o qual dificulta a ocorrência de um processo anaeróbio na água estagnada. O segundo dispositivo é uma válvula de flutuador (fig. 25-2) que permite que a água mais limpa seja a selecionada para ser elevada para o sistema de distribuição. A esfera flutuante, cheia de ar, suspende a mangueira de alimentação da bomba, que tem um filtro adicional e uma válvula de retenção, evitando a entrada de detritos. O reservatório deverá ter ainda uma saída de extravasamento (*overflow*), conforme fig. 25-3 e detalhado no item 4.5.5, que inclui uma proteção para evitar a entrada de insetos e animais. Esta deve ainda ter um diâmetro superior ao diâmetro da tubulação e deve estar a uma cota inferior da entrada da água.
- ✓ Circuito alternativo para garantir o suprimento da rede não potável em caso de necessidade (falha de energia, etc.) e verificador de nível (detalhado nos subcapítulos 4.5.6 e 4.5.7).
- ✓ Tipos de bombas e localização (detalhado no subcapítulo 4.5.7): existem diversas opções de bombas. Uma delas é a bomba submersa, que é colocada diretamente no interior do reservatório, sendo que neste caso é preciso prever um suporte no fundo do reservatório. Outra opção é a bomba de sucção que é colocada numa superfície superior ao reservatório, mas são limitadas pela profundidade e pressão.
- ✓ Acessos e manutenção (detalhado no subcapítulo 4.6): no reservatório devem ser previstos vários acessos para apoio e manutenção da bomba, inspeção, reparação e limpeza. O sistema de aproveitamento tem uma vida útil de 20 a 50 anos, ou até mais. Mesmo assim haverá necessidade de manutenção periódica para manter a sua eficiência.

Em relação à localização do reservatório, o mais comum é a posição enterrada; esta localização é muitas vezes utilizada como forma de auxiliar a qualidade da água, proporcionando um ambiente fresco, onde é minimizado o crescimento de algas. Porém, em algumas edificações onde o espaço é suficiente são instalados numa cave ou acima do solo, reduzindo assim os custos

de escavação. Segue abaixo uma tabela com as vantagens e desvantagens do posicionamento do reservatório (Ward S., 2010).

Tabela 17 - Vantagens e desvantagens do reservatório acima do solo ou enterrado.

Localização do reservatório	Vantagens	Desvantagens
<b>Acima do solo</b>	Não tem custos de escavação associados	Requer espaço
	Fácil inspeção	Pode ser danificado
	Facilidade de uso por gravidade	Exposto ao tempo
	Aumento potencial de pressão	Perigo de contaminação
<b>Enterrado</b>	A terra fornece suporte	Requer uma bomba para extração da água
	Discreto	Difícil detetar vazamento
	Temperaturas reduzidas	Risco de rotura por crescimento de raízes
	Espaço geralmente não é um problema	Pressões adicionais devido a presença de águas subterrâneas
	Fácil de encontrar no mercado	Carga adicional encima do reservatório
O custo do material é menor	Se o extravasamento não for adequado, pode haver retorno da água para o reservatório.	

Fonte: adaptado Ward S.,2010

Existe uma variedade de materiais para reservatórios de aproveitamento de águas pluviais, como pode ser visto na tabela 18. Os reservatórios para uso em edifícios residenciais necessitam de menor capacidade face a outras tipologias, pelo que são oferecidas no mercado mais opções. A escolha do reservatório adequado deve ter em consideração a relação custo-benefício, que difere de material para material.

Tabela 18 - Materiais para reservatório de aproveitamento de água pluviais e suas características.

Reservatório	Material	Vantagens	Desvantagens	Custo baixo →Alto	Instalação difícil→fácil	Longevidade de curto→longo	Durabilidade e (no transporte e instalação) baixo→Alto	Manutenção e acessos difícil→fácil	Capacidade (litros)
enterrado	Fibra de Vidro	Pode ser pintado; alta resistência e resiste a corrosão	Requer cuidado adicional no transporte e montagem	\$ \$ \$ \$ \$	■ ■ ■ ■ □ □	■ ■ ■ ■ □ □	■ ■ ■ ■ □ □	■ ■ ■ ■ □ □	1900-114000
	Poliétileno	Leves; facilidade de transporte, instalação e manutenção	Ocupa espaço e tem profundidade diminuta (o que significa que existe uma faixa estreita onde o tubo de entrada pode ser localizada.)	\$	■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ □ □	■ ■ ■ ■ □ □	■ ■ ■ □ □ □	<1900
	Poliétileno reforçado com aço	combinar a longevidade de polietileno e a força de aço, impermeável, 75 anos de vida útil		\$ \$ \$	■ ■ ■ ■ □ □	■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ □ □	>380000
	PVC	económico	curta vida útil (<20 anos)	\$ \$ \$	■ ■ ■ ■ □ □	■ ■ □ □ □ □	■ □ □ □ □ □	■ □ □ □ □ □	1900-190000
	Betão	para grandes sistemas é económico ; Resiste a altas cargas	fissuras; mão de obra especializada	\$ \$ \$ \$ \$	■ ■ □ □ □ □	■ ■ ■ ■ □ □	■ ■ □ □ □ □	■ ■ ■ ■ □ □	>114000
	Aço galvanizado	Vida útil de > 50 anos, com proteção	Custo elevado	\$ \$ \$ \$	■ ■ ■ ■ □ □	■ ■ ■ ■ □ □	■ ■ ■ ■ □ □	■ ■ ■ ■ □ □	não recomendado
	Chapa de aço galvanizado	Leve; Bom custo-benefício; longa vida útil (>75 anos)	Novo no mercado	\$ \$	■ ■ ■ ■ □ □	■ ■ ■ ■ □ □	■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ □ □	1900-114000
Sob o solo	Aço galvanizado com proteção em PVC	Longa vida útil; fácil montagem	\$ \$ \$	■ ■ ■ ■ □ □	■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ □ □	■ ■ ■ ■ ■ ■	>76000	

Placas metálicas montada no local com proteção em PVC	Longa vida útil	demora na montagem	\$ \$ \$	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	>57000
---	-----------------	--------------------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------	--------

Fonte: adaptado de Kowalsky, G. et al., 2011.

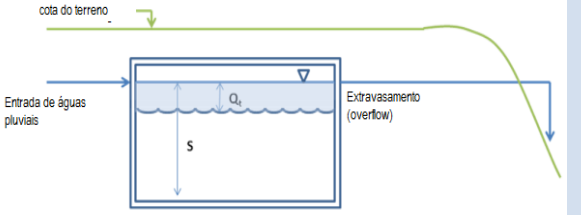
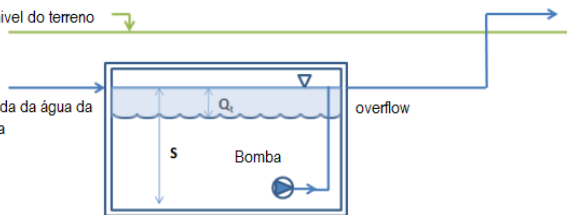
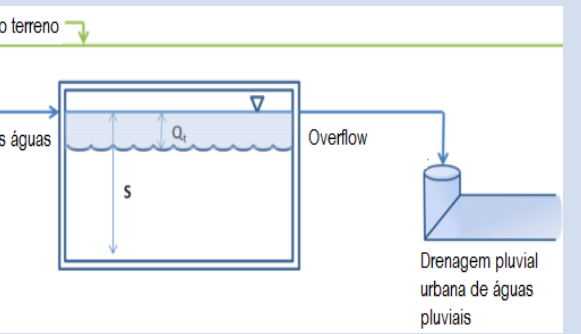
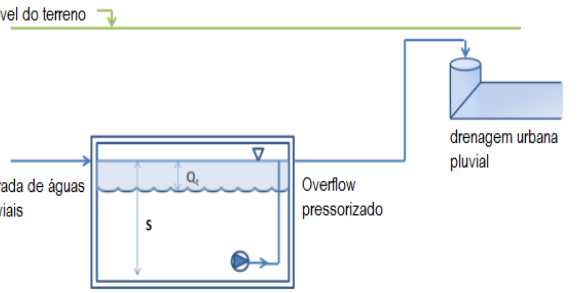
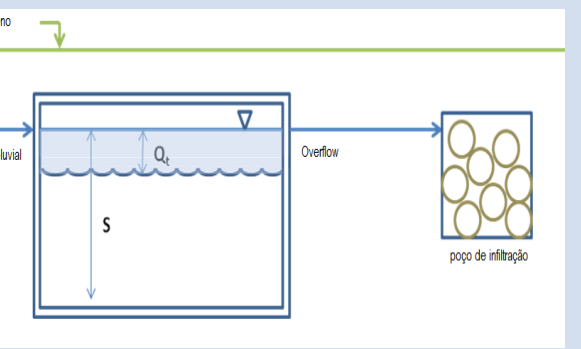
Em relação à limpeza do reservatório, esta poderá ser efetuada por descarga de fundo, no caso de reservatórios localizado acima do solo, e por bombagem nos reservatórios enterrados.

#### 4.5.5. Dispositivo de extravasamento (*Overflow*)

Devido às consequências de volumes excessivos de água da chuva, é importante que o sistema de aproveitamento de águas pluviais inclua dispositivos suficientes de extravasamento (*overflow*). A conceção dos sistemas de extravasamento (*overflow*) envolve a escolha apropriada de onde descarregar os volumes em excesso de água de chuva e como canalizar estes volumes a partir do tanque de armazenamento para o ponto de descarga. Abordar estas questões geralmente cai sob a prática da gestão de águas pluviais. A prática de gestão de águas pluviais tem evoluído consideravelmente nas últimas décadas, e tem vindo a passar da simples descarga nos sistemas de drenagem urbanas de águas pluviais, para práticas de gestão "*in loco*" através de instalações de tratamento para minimizar os impactos ambientais de escoamento.

A finalidade do sistema de extravasamento (*Overflow*) é lidar com caudais de águas pluviais excessivas, encaminhando-os para longe do tanque de armazenamento de água da chuva para um local apropriado. O volume de extravasamento (*overflow*) pode ser direcionado para o sistema de drenagem urbana pluvial ou um poço de infiltração instalado no local. Em cada caso, a água da chuva pode ser encaminhada por gravidade ou bombagem. A Tabela abaixo descreve estas opções e inclui desenhos que ilustram cada método de extravasamento (*overflow*). Nestas ilustrações, a água da chuva que entra no tanque durante um evento de precipitação ( $Qt$ ) excedeu a capacidade de armazenamento do tanque ( $S$ ) (OGRRRS, 2010).

Tabela 19 - Possíveis dispositivos de *overflow*

Dispositivo de <i>Overflow</i> localização e método	Ilustração/ exemplo
<p><b>Descarga para o terreno por gravidade -</b> Este método é aplicável para os reservatórios situados acima ou abaixo do solo, em que o excesso de água pode ser retirado por gravidade.</p>	
<p><b>Descarga para o terreno por bomba -</b> Este método é aplicável para os reservatórios localizados abaixo do solo ou integrado dentro dos edifícios, em que o excesso das águas pluviais deve ser bombeado para o nível do terreno.</p>	
<p><b>Descarga para o sistema de drenagem urbana pluvial por gravidade -</b> Este método é aplicável para os reservatórios situados acima ou abaixo do solo, em que o excesso das águas pluviais podem ser descarregados para um sistema público de drenagem urbana através de <i>overflow</i> por gravidade.</p>	
<p><b>Descarga para o sistema de drenagem urbana pluvial por bombeamento -</b> Este método é aplicável para os reservatórios situados abaixo do solo ou integrado no edifício, onde o sistema de drenagem urbana esteja localizado numa cota acima do reservatório de armazenamento.</p>	
<p><b>Descarga para poço de infiltração por gravidade (bombagem não é aplicado) -</b> Este método é aplicável para os reservatórios localizados abaixo do solo, onde o excesso de águas pluviais deve ser infiltrado no local e a bombagem para o nível do terreno não é possível, e / ou a tubagem de extravasamento não pode ser ligada a um sistema de drenagem urbana pluvial.</p>	

Fonte: (OGRRRS, 2010).

Tabela 20 - Comparação das vantagens e desvantagens da localização e dos métodos de *overflow*

Dispositivo de <i>Overflow</i> localização e método	Vantagens	Desvantagens
<b>Descarga para o terreno por gravidade</b>	Método mais simples para projetar, instalar e operar. Baixa probabilidade de acumulação de água no dispositivo de <i>overflow</i> .	-Se o local de descarga não for preparado adequadamente, pode causar erosão do solo no local. -pode representar um incômodo / problema de segurança se descarregado grandes volumes. -tubulação de <i>overflow</i> pode congelar; o gelo pode acumular-se no ponto de descarga, se não for projetado adequadamente.
<b>Descarga para o sistema de drenagem urbana pluvial por gravidade</b>	Ideal para reservatórios enterrados e sistemas de drenagem pluviais também localizada abaixo do solo. -Os sistemas de drenagem pluviais são especificamente projetados para coletar o escoamento do telhado e direcioná-lo para um local apropriado.	Projeto deve prevenir o refluxo ( <i>Backflow</i> ) do sistema de drenagem urbana pluvial para dentro do reservatório de água da chuva. - Os sistemas de drenagem urbana pluvial podem ter impactos ambientais negativos em corpos de água receptores.
<b>Descarga para poço de infiltração por gravidade</b>	-Permite a manipulação de águas pluviais no local. - Os benefícios ambientais de recarga de águas subterrâneas. -Em recentes desenvolvimentos habitacionais, uma vala de infiltração, servindo vários lotes, pode ser construído pelo desenvolvedor.	-Poços de infiltração exige trabalho extensivo para projetar e instalar (alta no custo). - Eventos de chuvas intensas pode exceder a capacidade de infiltração do solo, necessitando de um dispositivo de <i>overflow</i> separado para o poço de infiltração -Adequado para solos permeáveis
<b>Descarga para o sistema de drenagem urbana pluvial ou para o terreno por bombeamento</b>	-Nos casos em que o tanque está localizado no subsolo (construção de caves, garagens, etc), este pode ser o único método de lidar com o extravasamento ( <i>overflow</i> )	-A bomba pode falhar em caso de falta de energia. - Quando há chuvas intensas, há uma maior descarga através do dispositivo de <i>Overflow</i> , e por isto há necessidade de bombas de grande dimensão.

Fonte: (OGRRRS, 2010).

Para selecionar o local de descarga mais apropriado, além de avaliar as vantagens e desvantagens, apresentado na tabela 20, devem-se ter em conta outros fatores, que incluem:

- ✓ Requisitos para a gestão da água pluvial, como por exemplo, o tratamento necessário para o descarte da água em ambiente sensíveis.
- ✓ Regulamentos nacionais, como a proibição da ligação direta do dispositivo de extravasamento (*overflow*) ao sistema de drenagem, sem a adoção de uma válvula de retenção.
- ✓ Condições locais, como topografia, disponibilidade e acessibilidade de espaço, a existência de outras infraestruturas enterradas e, em relação à instalação de trincheira de infiltração, as condições do local, como espaço significativo e permeabilidade mínima do solo (o solo não pode ter teor significativo de argila).
- ✓ Localização do tanque.

Como já citado anteriormente, o dispositivo de *overflow* pode interferir na qualidade da água pluvial armazenada no reservatório. Para que isto não aconteça deve-se prever uma proteção antimosquito e antirroedores (figura 26-a), no caso de descarga por gravidade, para impedir a entrada de contaminantes. Esta proteção deverá estar acessível para futuras inspeções e reparações. Se a descarga for para o sistema de drenagem urbana, deve-se prever uma válvula de prevenção de “backflow” (figura 26-b), evitando retorno da água (*backflow*) durante chuvas intensas. E ainda, os reservatórios devem ter ventilação para garantir que não se formam gases nocivos (fig. 26-a).

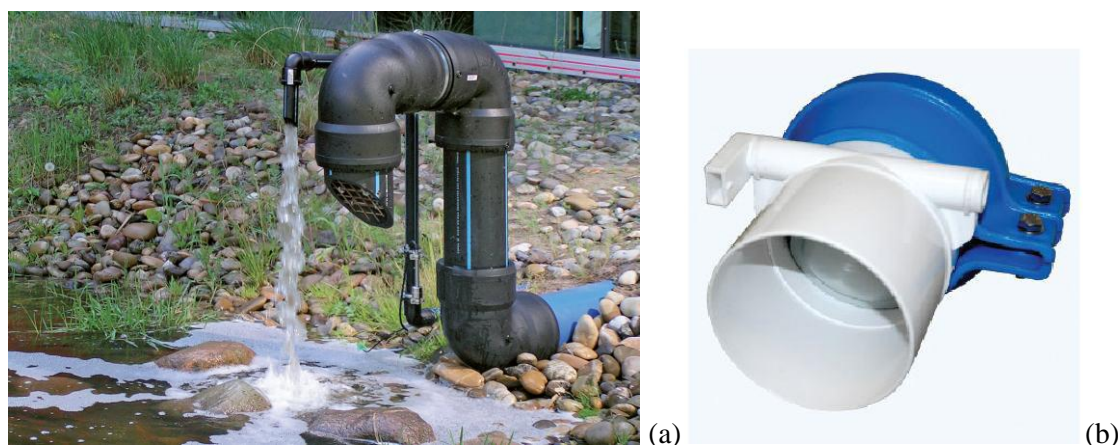


Figura 26 - Sistema de *overflow* com proteção em malha metálica (a) e válvula de prevenção de “backflow” (b)  
Fonte: [http://www.stadtentwicklung.berlin.de/bauen/oekologisches\\_bauen/download/SenStadt\\_Regenwasser\\_engl\\_bfrei\\_final.pdf](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/bauen/oekologisches_bauen/download/SenStadt_Regenwasser_engl_bfrei_final.pdf)

#### 4.5.6. Circuito alternativo de suprimento da rede não potável em caso de necessidade e equipamento de controlo.

Independentemente do tamanho do tanque de armazenamento de água da chuva ou do tamanho da área de captação, haverá ocasiões em que, ocasionalmente, não há precipitação suficiente para satisfazer as demandas domésticas, e o tanque de armazenamento secará. O sistemas de

aproveitamento de águas pluviais precisa ter um dispositivo para reconhecer quando não há chuva suficiente e executar uma ação. Este sistema é muitas vezes referido como " *make-up*" ou " *back-up*" do sistema (OGRRRS, 2010).

A principal preocupação num dispositivo deste tipo é a conexão cruzada, união de uma rede de água potável (a partir de uma fonte de água municipal) com uma rede de água não potável e que não salvguarde a potabilidade da primeira durante um processo de *backflow* (escoamento inverso). Existem dois tipos de " *make-up*":

- ✓ *By-pass* - O fornecimento de água da chuva pressurizado é desativado, manual ou automaticamente, e a água do circuito alternativo de suprimento (água potável da rede pública) é dirigida através da tubulação pressurizada de águas de chuva não potável.
- ✓ *Top-up* - Quando o nível de água no reservatório atinge um nível mínimo pré-definido, uma válvula abre, manualmente ou automaticamente, e a água do circuito alternativo de suprimento de água (água da rede pública) é fornecida diretamente ao reservatório (OGRRRS, 2010).

Os sistemas de " *by-pass*" são mais complicados e caros, tendo o inconveniente de muitas vezes violar o regulamento de rede prediais, que diz: " um sistema de água não potável não deve ser ligado a um sistema de água potável". No entanto, existe forma de ultrapassar este obstáculo com o uso de uma válvula desviadora mecânica de três vias, que tem no seu interior uma válvula com dispositivo de " *backflow*".

O sistema referido em seguida efetua o circuito alternativo daquela forma, apresentando no entanto uma particularidade; já vem incluída a bomba. Este sistema é constituído por: um pequeno reservatório integrado que armazena água da rede pública; válvula de 3 vias (fig. 27); bomba MQ Grundfos; painel de controlo (fig. 27); tanque de ar comprimido (Rodrigues, 2010).



Figura 27 - Sistema RMQ da empresa Grundfos

Fonte: [http://net.grundfos.com/doc/webnet/rmq/download/rmq\\_data\\_booklet.pdf](http://net.grundfos.com/doc/webnet/rmq/download/rmq_data_booklet.pdf)

O sistema do tipo " *top-up*" tem vantagens e desvantagens associadas à forma de ativação do sistema, manual ou automática, e estão discutidas na tabela 21.

Tabela 21 - Vantagens e desvantagens do circuito alternativo manual ou automático

Circuito alternativo de água do topo do reservatório.	Vantagens	desvantagens
<b>manual</b>	Método mais simples para projetar e instalar devido às exigências de equipamentos de controlo reduzido e alternativa de baixo custo	-Pode resultar em interrupções de serviço; -Requer monitorização do proprietário para verificar o volume de água da chuva armazenada no reservatório
<b>Automático</b>	Reduz o número de interrupções de serviço por encher automaticamente o reservatório antes que este esvazie. -sistema de circuito alternativo de água opera sem a necessidade de monitoramento ou intervenção do proprietário	Conceção ou instalação de equipamentos de controle inadequadas pode causar insuficiência ou excesso de água dispensada pelo circuito alternativo. -interrupção do serviço durante falta de energia

Fonte: adaptado de (OGRRRS, 2010).

Para a maioria das aplicações residenciais, recomenda-se que o circuito alternativo de suprimento de água no topo do reservatório (*top-up*) selecionado seja automático, pois minimiza as interrupções de serviço e é o menos oneroso para o proprietário da casa. Um sistema de recarga automática é apresentada na Figura 28 e os vários componentes são descritos abaixo.

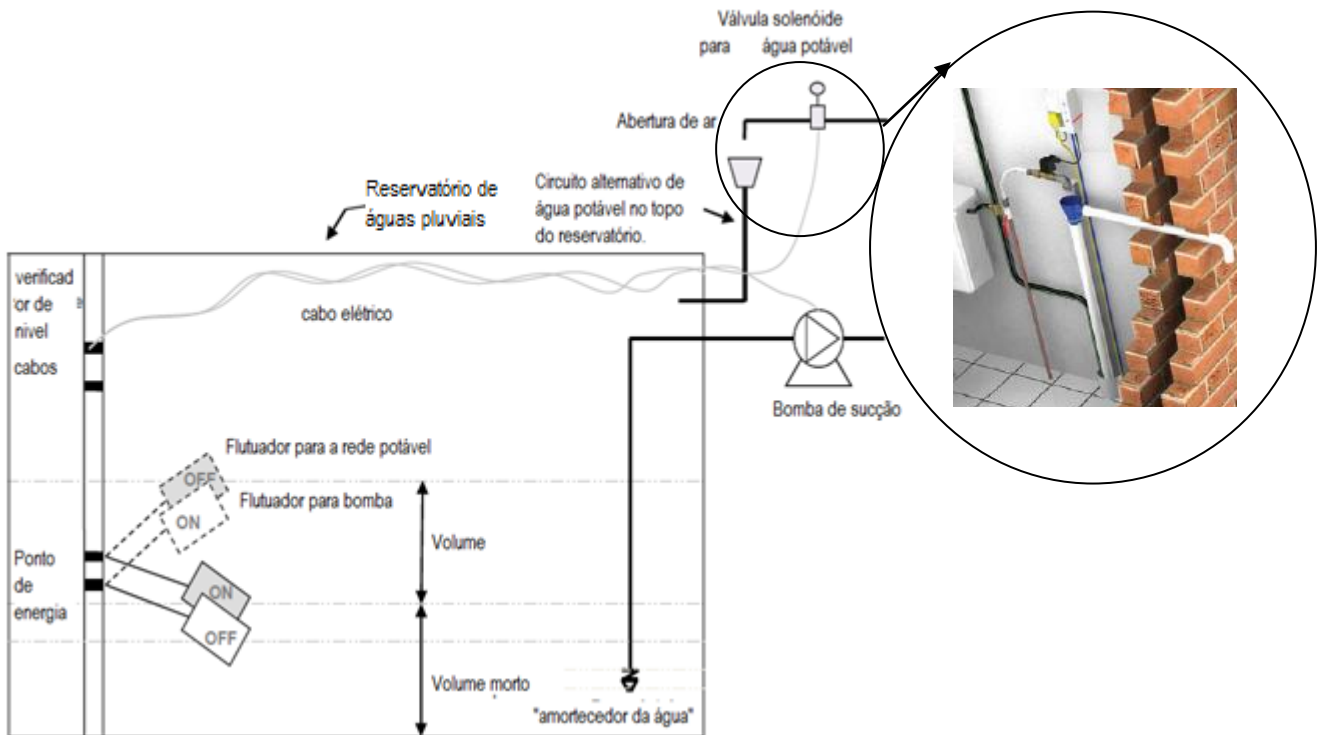


Figura 28 - Sistema de circuito alternativo automático de água potável da rede pública

O equipamento de controlo utilizado para a construção de um sistema de água está listado na Tabela 22.

Tabela 22 - Equipamentos de controlo utilizado na construção do circuito alternativo de água para o reservatório.

Equipamento de controlo	Descrição	Dispositivos / Opções Disponíveis
<b>Sensor de nível de água</b>	-Um dispositivo que fica no interior do reservatório, que deteta o nível de água. -pode controlar (ligar ou desligar) luzes de advertência, válvulas solenoides e / ou bombas, com base no nível de água	-Flutuador; -Sensor de nível ultrassónico; -Nível do líquido. (Flutuador é normalmente utilizado para aplicações residenciais).
<b>Válvula de seccionamento</b>	Um dispositivo que é manualmente aberto (ou fechado), para permitir (ou prevenir) a vazão da água.  - integrado no sistema de aproveitamento de águas pluviais pressurizado para gerir a vazão da água e de isolar os componentes do sistema de circuito alternativo de água potável (isto é, válvulas solenoides e válvulas de prevenção de <i>backflow</i> )	Tipos: Válvula de esfera, válvula de porta  -A válvula de fecho (s) selecionado tem de ser aprovado para o tratamento de água que se encontra sob pressão.
<b>Válvula solenoide (válvula de bloqueio automático)</b>	-Uma válvula que aciona (abre ou fecha) automaticamente através de sistema elétrico.  - Conectado com sensor de nível de água para ativar o circuito alternativo de água potável.	Existe uma variedade de configurações  -As válvulas de solenoide selecionados devem ser aprovados para o tratamento de água que se encontra sob pressão.

Fonte: (OGRRRS, 2010).

Para conceção de um sistema de controlo de *back-up* (circuito alternativo de alimentação de água), as seguintes premissas devem ser consideradas:

- ✓ A tubulação deverá ser dimensionada com a vazão de água por gravidade e não pressurizada, evitando assim acumulação de água na rede. Além disso, as válvulas devem ter o mesmo diâmetro que os tubos a elas ligados.
- ✓ Ao projetar o sistema elétrico, deve-se ter em conta a tensão de funcionamento e potência, das válvulas solenóide, bombas e outros dispositivos relevantes.

- ✓ Os sensores de nível de água deverão ser dimensionados tendo em conta a potência do dispositivo que está sendo controlado.
- ✓ Estado operacional do válvula de flutuador e válvulas em geral.

Apesar deste sistema fornecer alguma proteção à bomba em relação ao funcionamento a seco, deve-se prever, separadamente, um sistema com uma válvula de flutuador específico para a bomba.

#### 4.5.7. Bombeamento

Para encaminhar a água da chuva do reservatório, através da rede de distribuição, para seus pontos de consumo, muitas vezes é necessário a utilização de uma bomba. A composição do sistema de bombeamento é composto por: bomba e sistema de controlo.

As bombas podem ser divididas em duas grandes categorias: de deslocamento positivo e turbo-bombas. Para os sistemas de aproveitamentos de águas pluviais, as turbo-bombas parecem mais apropriadas, visto que fornecem um fluxo contínuo, desenvolvendo uma alta velocidade no fluido, capaz de produzir caudais elevados mas carga hidráulica relativamente baixa. E dentro do grupo das turbo-bombas, existem as bombas centrífugas e a jato<sup>(16)</sup>. Devido ao seu custo-benefício, as bombas centrífugas são mais utilizadas num sistema de aproveitamento de água pluviais em edifícios.

Para seleccionar a bomba centrífuga apropriada para um sistema de aproveitamento de águas pluviais, quatro critérios devem ser considerados:

1. Localização da bomba;
2. Vazão da bomba;
3. Carga hidráulica e
4. Aceitabilidade de interrupções de serviço.

Em relação à **localização a bomba** pode ser a seco ou submersa. As opções de bombas centrífugas a seco são: bomba centrífuga (normal) e bomba centrífuga auto ferrante; a principal diferença entre ambas é a localização de instalação em relação à linha de água que se pretende bombear: enquanto a primeira só pode ser instalada abaixo da linha de água, a segunda pode ser acima, sendo adequada para reservatórios enterrados, pois permite uma melhor manutenção e reparação do sistema. Segundo Rodrigues, a razão desta diferença prende-se com o facto de, ao contrário das bombas centrífugas, que pela sua natureza não geram sucção se tiverem ar (se tiverem líquido o caudal do fluido não gera a sucção), as bombas auto ferrantes armazenam uma quantidade de água de maneira a que, quando seja necessário entrar em funcionamento, a bomba se encontre já “ferrada”. O escorvamento (ou ferragem) de bombas define-se assim como substituição do ar contido na bomba e na conduta de aspiração, por líquido. Uma bomba instalada acima de superfície livre do líquido no reservatório está escorvada/ferrada quando o seu interior está cheio de líquido suscetível de

---

<sup>(16)</sup> Bomba a jato é uma bomba especial que usa o movimento de uma corrente de fluido a alta velocidade para imprimir movimento a outra corrente, misturando as duas.

ser bombeado. Por esta razão, este tipo de bombas deve ser utilizado quando se opta por reservatórios enterrados (Rodrigues, 2010).

Já as bombas submersas são um dispositivo que tem um motor hermeticamente fechado acoplado ao corpo da bomba. O conjunto está imerso no líquido a ser bombeado. A principal vantagem deste tipo de bomba é que ela evita a cavitação, problema associado à diferença de altitude entre a bomba e a superfície do líquido. Bombas submersíveis empurram a água para o ponto desejado sendo assim uma das soluções para que o ar não entre na bomba (bomba constantemente “ferrada”) (Rodrigues, 2010). Normalmente, esta é apontada como melhor solução por ser mais eficiente, ter uma vida útil mais longa, reduzir a quantidade de equipamento e espaço necessário do lado de fora do reservatório de água da chuva, apresentar baixo nível de ruído e o facto de estarem automaticamente ferradas; no entanto o aquecimento da bomba pode contribuir para o aquecimento da água armazenada, sendo propício ao aparecimento de microrganismos considerados prejudiciais para a qualidade da água.

Em relação à **vazão (caudal) da bomba**, sabe-se que o valor do caudal depende dos consumos dos equipamentos ligados ao sistema de distribuição. Um método para sua determinação resume-se a adotar um cenário onde todos os equipamentos estão a operar ao mesmo tempo. No entanto, esta abordagem não é recomendada, uma vez que tende a sobredimensionar a bomba, aumentando o custo da bomba e a pressão. Em vez disso, é recomendável que se adote um coeficiente de simultaneidade menor que a unidade para afetar o caudal máximo.

Estando o caudal da bomba já determinado, a próxima preocupação é o cálculo da **altura de elevação da bomba**. Dois fatores devem ser considerados:

1. Pressão requerida do sistema - Esta é a pressão necessária pelos acessórios ligados à bomba e ao sistema de distribuição pressurizado, e
2. Altura dinâmica total - Esta é a soma do desnível geométrico com as perdas de carga através do percurso.

Com o valor da altura de elevação e do caudal da bomba uma bomba poderá ser selecionada através das curvas fornecidas pelos fabricantes.

Para evitar interrupções no sistema, deve-se prever uma bomba adicional para o caso de avaria ou reparação.

Para proteção da bomba, como já referido, deve-se instalar um sensor de nível, localizado dentro do reservatório, que desligue automaticamente a bomba, caso o reservatório se encontre quase vazio. Quando o nível da água, no interior do reservatório, for menor que um determinado nível pré-estabelecido o interruptor envia um sinal para o painel de controlo que, em seguida, toma as seguintes ações nas duas válvulas solenoides: A primeira válvula solenoide, que é colocada do lado do abastecimento a seguir a bomba, que está na posição aberta, será fechada pelo painel de controlo para evitar que a água da rede pública retorne ao reservatório. A segunda válvula solenoide, que está colocada na rede de abastecimento municipal, e está na posição fechada, será aberta pelo painel de

controle, permitindo assim que a água da rede de abastecimento público alimente a habitação. Quando recomeçar a chover e o nível de água no reservatório subir, as válvulas retomam a situação inicial. Este processo é uma das formas de efetuar o já falado circuito alternativo de suprimento de água.

Outro tipo de proteção do sistema de bombeamento é a instalação de um tanque de pressão que tem um certo volume de ar que se vai comprimindo à medida que a bomba introduz água no reservatório. Quando a pressão atinge um determinado nível, um pressostato faz desligar a bomba (situação “off”). A partir desse momento, qualquer consumo que haja faz gastar água, logo diminui a pressão no interior do reservatório. Quando essa pressão atingir um limiar considerado baixo, o pressostato faz arrancar a bomba de novo (situação “on”). Frequentemente, para evitar que o ar sob pressão se dissolva na água, utiliza-se a solução “membrana”, isto é, um balão elástico que se expande ou comprime conforme as pressões a que está submetido (Rodrigues, 2010). O fator mais importante para garantir o funcionamento adequado do sistema é o dimensionamento do tanque de pressão de modo que seja compatível com o tipo e o caudal da bomba. Por exemplo, bombas com velocidades constantes requerem tanques de pressão maiores do que uma com velocidade variável. E esta alternativa também minimiza o desgaste devido às sucessivas ativações da bomba. Para bombas com velocidade variável, o tamanho e o estilo do tanque de pressão tende a variar de acordo com fabricante. Alguns fabricantes podem especificar a utilização de pequenos reservatórios (~4 litros), ou ainda, micro-reservatórios de pressão incorporado na bomba<sup>(17)</sup> ou no painel de controlo (figura 29) (OGRRRS, 2010).

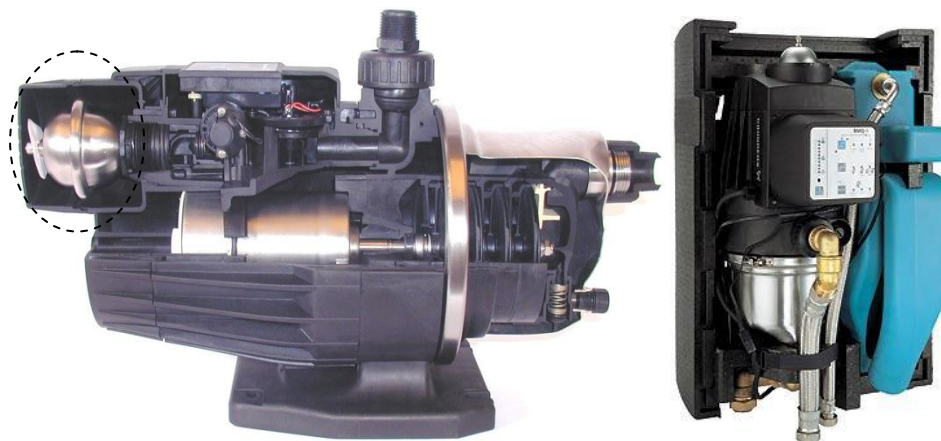


Figura 29 - Micro-tanque de pressão incorporado na bomba e no painel de controlo (Grundfos)

#### 4.5.8. Pós- tratamento (filtração e desinfecção)

O sistema de pré-tratamento após o reservatório não é comum em aproveitamentos de águas pluviais, no entanto depende da qualidade da água da chuva no local de utilização e dos parâmetros de qualidade exigidos para cada aplicação. O sistema de pós-tratamento de águas pluviais pode incluir desinfecção, filtração e/ou filtro de carvão ativado para tratamento de problemas estéticos como cor,

<sup>(17)</sup>Catálogo:[http://www.grundfos.fi/web/homefi.nsf/GrafikOpslag/K%C3%A4ytt%C3%B6hje5/\\$File/MQ%20ASENNUS%20JA%20K%C3%84YTT%C3%96.pdf](http://www.grundfos.fi/web/homefi.nsf/GrafikOpslag/K%C3%A4ytt%C3%B6hje5/$File/MQ%20ASENNUS%20JA%20K%C3%84YTT%C3%96.pdf)

sabor ou odor. Há um certo número de dispositivos de tratamento diferentes disponíveis para executar estas tarefas. No entanto, a forma mais comum, é a utilização de um filtro de partículas de 5 micron, seguido de desinfecção ultravioleta (UV) (Figura 30). Na tabela 23, apresenta-se um resumo dos sistemas de tratamento, sua definição e opções disponíveis.



Figura 30 - Tratamento de desinfecção U.V

Tabela 23- Métodos de tratamento instalados após o reservatório

<b>Método de tratamento</b>	<b>Detalhes</b>	<b>Dispositivos de tratamento / Opções Disponíveis</b>
<b>Filtração</b>	-A filtração remove as partículas em suspensão da água por passagem através de um material permeável. - Parâmetros da qualidade da água: Problemas de qualidade da água alvo: Turbidez e sólidos suspensos totais.	- filtração de partículas ( cartucho de filtro) - Filtração lenta e filtração em múltiplas etapas -A filtração por membranas (microfiltração)
<b>Desinfecção</b>	Desinfecção remove ou inativa microrganismos por meios químicos ou físicos. - Parâmetros de qualidade da água: microbiológicos (vírus, bactérias e protozoários).	Fervura/ Destilação; Tratamentos químicos (Cloro ou Iodo); Desinfecção por radiação U.V.; Ozonização
<b>Tratamento estéticos (organoléuticos)</b>	Tratamento por questão estética, remove constituintes da água que contribuem para a cor, sabor e odor. Parâmetros da qualidade da água: sulfureto de hidrogénio; matéria orgânica; Manganês; Ferro.	Carvão ativado; Ozonização; Filtro de areia lento; Osmose Reversa

Fonte: (OGRRRS, 2010).

#### 4.5.9. Rede de distribuição

Existem duas áreas distintas da rede de águas pluviais pressurizada:

- ✓ Rede de serviço de água da chuva - o tubo a partir do reservatório de armazenamento até a bomba de jato, ou o tubo a partir do tanque de armazenamento para o tanque de pressão, ou para unidade de comando, no caso das bombas submersas;
- ✓ Rede de abastecimento de água da chuva - o tubo da bomba de jato (ou unidade de pressão do tanque / controle de bombas submersas) para os equipamentos de utilização de águas não potáveis.

Cada seção tem critérios únicos que devem ser considerados durante o projeto e instalação, resultando em material da tubulação diferente, dimensionamento e requisitos de instalação. Por exemplo, os reservatórios de água de chuva abaixo do solo necessitam de tubulação com materiais resistentes para suporte de carga elevadas e que devem ter isolamento, se estiverem instalados em locais de baixas temperaturas. Já a tubulação de água de chuva no interior do edifício deve ser instalada de acordo com os regulamentos, para garantir que não haja ligação cruzada. Ambas as seções de tubos devem ser dimensionadas para lidar com os caudais gerados pela bomba e garantir que cada equipamento de utilização receba a água da chuva num caudal suficiente.

Para evitar conexões cruzadas, a tubulação da água da chuva deve ser marcada para indicar que os tubos contêm água não potável. As marcações para tubulações devem ser distintas e facilmente reconhecíveis, normalmente a cor lilás. Esta cor é utilizada para identificar a tubagem como contendo água não potável. E ainda deverá constar uma marcação no tubo com os dizeres: "Atenção: Água não potável - não beba".

Um outro meio de identificar a tubagem de água da chuva, consiste em utilizar um tubo de cor distinta - lilás (ou roxa) - para evitar futuras conexões cruzadas.

Abaixo serão apresentados os principais aspetos relativos às instalações:

- ✓ Independência do sistema: todos os componentes do sistema de aproveitamento de águas pluviais devem ser independentes do sistema de água potável, evitando ligações cruzadas, como já mencionado. O sistema deve ser autossuficiente em caso de falta de energia.
- ✓ Prevenção do sistema: deve ser instalado um sistema de corte no início do sistema, de modo a que, quando sejam utilizados ou derramados (deliberada ou acidentalmente) produtos potencialmente nocivos para a saúde humana na área de captação, o sistema possa ser desligado, impedindo a entrada desses produtos na cisterna. A conexão só deve ser retomada após lavagem adequada da área de captação e garantia de ausência de perigosidade (ETA701, 2009).
- ✓ Sinalização: na rede de abastecimento predial de água potável, de preferência no contador, deverá constar uma sinalização clara, com os dizeres: "**ATENÇÃO** - Edifício com sistema de

*aproveitamento de águas pluviais. Proibidas conexões cruzadas".* Já nos pontos de consumo e nos equipamentos do sistema de águas pluviais, seja antes ou após o reservatório, deverá constar uma sinalética de acordo com a figura 31, para a sua rápida identificação. E, como já mencionado, as tubulações de rede de distribuição das águas pluviais deverão ter marcação e estarem acessíveis para futuras reparações.



Figura 31 - Exemplo de sinalética para pontos de redes de água não potável

#### 4.6. MANUTENÇÃO

É necessário manter a qualidade da água do reservatório através de inspeções periódicas em todo o sistema de aproveitamento de águas pluviais, pelo menos uma vez por ano. As inspeções podem ser realizadas pelos utilizadores, mas, no âmbito da manutenção dos sistemas de bombagem e de tratamento, deve considerar-se a intervenção de técnicos especializados. Abaixo apresenta-se uma lista com os períodos possíveis de inspeção para cada componente do sistema.

Tabela 24 - Frequência de inspeção para o sistema de aproveitamento de águas pluviais

Componentes	Frequência da manutenção
<b>Filtros</b>	Inspeção e limpeza semestrais
<b>Sistema de desvio das primeiras águas ou <i>first flush</i></b>	Inspeção semestral e limpeza anual (se automático) ou semestral (se manual)
<b>Caleiras e tubos de descarga</b>	Inspeção e limpeza semestrais
<b>Órgãos de tratamento/desinfecção</b>	Inspeção mensal e manutenção anual
<b>Sistema de bombagem</b>	De acordo com as indicações do fabricante
<b>Cisterna</b>	Inspeção anual e limpeza e higienização de 10 em 10 anos (no máximo)
<b>Unidades de controlo</b>	Inspeção semestral e manutenção anual
<b>Canalizações e acessórios</b>	Inspeção anual

Fonte: ANQIP, 2009

## 4.7. DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO DE ARMAZENAMENTO

O componente de maior custo no sistema de aproveitamento de águas pluviais é o reservatório de armazenamento. Por isto o seu dimensionamento é importante para se obter um melhor custo-benefício. A seguir serão apresentadas as premissas e método de cálculo para o seu dimensionamento.

### 4.7.1. Premissas do dimensionamento

As principais premissas para realização do dimensionamento do reservatório de armazenamento são:

- ✓ A precipitação no local onde se vai implantar o sistema;
- ✓ A superfície do telhado;
- ✓ O coeficiente de escoamento.
- ✓ A quantidade de água da chuva necessária para o consumo.

O estudo de pluviosidade do local deverá ser realizado através de dados de fontes oficiais, sendo desejável o recurso a séries históricas de precipitação correspondentes a períodos não inferiores a 10 anos para maior confiabilidade do sistema. Com os dados obtidos estima-se a média de precipitação de acordo com a equação abaixo:

$$P_{pi} = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i - P)}{n}$$

Sendo:  $P_{pi}$ : Precipitação média mensal do mês  $i$  de todos os anos mm/mês

$P$ : Altura de precipitação (mm) admitida para o *first flush* (em geral 2 mm)

$n$ : nº de anos avaliados

$P_i$ : valor da precipitação mensal do mês  $i$  (mm).

Em relação à superfície do telhado, como já mencionado, deve considerar-se a projeção horizontal dos seus planos (pela área de implantação).

O coeficiente de escoamento varia de acordo com o material da cobertura e pode tomar os valores apresentados na tabela 16, já apresentada no subcapítulo 4.5.1.

Os consumos por tipo de dispositivos ou utilização estão indicados abaixo.

Tabela 25 - Consumos unitários e anuais por dispositivo ou utilização

Dispositivo ou utilização		Consumo unitário	Consumo anual estimado	
Autoclismos (categoria “A”) em residências		24 l/(pessoa.dia)	8800 l/pessoa	
Autoclismos (categoria “A”) em edifícios de serviços (escritórios, etc.)		12 l/(pessoa.dia)	4400 l/pessoa	
Autoclismos (categoria “A”) em edifícios escolares		6 l/(pessoa.dia)	2200 l/pessoa	
Lavagem de roupa (máquina da categoria “A”)		10 l/(pessoa.dia)	3700 l/pessoa	
Limpezas gerais	Pavimentos	5 l/m <sup>2</sup>	1000 l/pessoa	
	Automóveis (self-service)	50 l/automóvel		
Zonas verdes (valores para anos médios)	Valores totais (em 6 meses) - abril a Set.	Relvados	-	450 a 800 l/m <sup>2</sup>
		Jardins	-	60 a 400 l/ m <sup>2</sup>
		Campos de golfe	-	200 a 450 l/ m <sup>2</sup>
	Valores máximos (por dia) - no verão -	Relvados	5 a 7 l/ m <sup>2</sup>	
		Jardins	1,5 a 5 l/ m <sup>2</sup>	
		Campos de golfe	2 a 4,5 l/ m <sup>2</sup>	

Fonte: ETA 701, 2009.

#### 4.7.2. Métodos de dimensionamento

A bibliografia contém diversos métodos de cálculo para dimensionar a capacidade do reservatório do sistema de aproveitamento de águas pluviais. Entre eles, métodos simplificados (como o método simplificado alemão e o espanhol), normalmente usados em edifícios que apresentam uma estrutura de consumo uniforme ao longo do tempo. No entanto, se a estrutura de consumo não for uniforme ao longo do tempo (como por exemplo: ocupações sazonais), aconselha-se o uso do Método de Rippl. No subitem a seguir serão brevemente descritos estes métodos.

É importante ressaltar que na realização destes dimensionamentos não devem ser considerados períodos de reservas de água no reservatório superiores a 30 dias. E em relação ao volume total adotado no dimensionamento, deve-se considerar um valor significativamente superior ao volume útil (obtido nos métodos de cálculos que serão apresentados), contemplando valores adicionais relativos ao volume morto e a profundidade da boca de captação.

#### 4.7.2.1. Método simplificado alemão

Trata-se de um método empírico, baseado no volume anual aproveitável ( $Va$ ), e nos consumos anuais estimados ( $Ce$ ), onde se considera o menor valor do volume do reservatório: 6% do volume anual de consumo ou 6% do volume anual de precipitação aproveitável (ETA 701, 2009).

$$Vu = \min[Va; Ce] \times 0,06$$

$$Va = C \times P \times A \times \eta_f$$

Sendo:  $Va$ - Volume anual de água da chuva aproveitável (litros);

$C$ - Coeficiente de *runoff* da cobertura;

$P$ - Precipitação média acumulada anual (mm), (anexo A5);

$A$ - Área de captação ( $m^2$ );

$\eta_f$ - Eficiência hidráulica da filtragem (considerada 0,9).

Este método considera como períodos de reserva volumes na ordem de três semanas.

#### 4.7.2.2. Método simplificado espanhol

De acordo com ANQIP, este método pondera precipitações e consumos, mas considera o valor médio e um período de reserva de 30 dias. Apresenta-se a seguir a fórmula:

$$Vu = \frac{(Va + Ce)}{2} \times \frac{30}{365}$$

Sendo:  $Va$  - Volume anual de água da chuva aproveitável (litros);

$Ce$  - Consumos anuais estimados.

Este método é apresentado pela empresa GRAF<sup>(18)</sup>.

#### 4.7.2.3. Método de Rippl

Neste método, o volume de água que escoar pela superfície de captação é subtraído da demanda de água pluvial num mesmo intervalo de tempo. A máxima diferença acumulada positiva é o volume do reservatório para 100% de confiança (Schiller; a Lathan, 1982).

É um método de cálculo de volume de armazenamento necessário para garantir um caudal regularizado constante durante o período mais crítico de estiagem observado.

$$V_{ripl} = \sum_{i=1}^n S$$

<sup>(18)</sup> <http://www.grafiberica.com/>

Sendo:

Vripl = volume do reservatório obtido pelo Método de todo Rippl (litros);

d = número de dias no período analisado (igual ao número de dias da série de precipitações utilizada);

S = diferença entre a demanda diária de água pluvial e o volume de água que escoo diariamente pela superfície de captação (litros).

---

---

## 5. REUTILIZAÇÃO DE ÁGUAS CINZENTAS

---

---

### 5.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Como já foi referido, uma grande parte do consumo doméstico de água pode ser substituído por águas cinzentas previamente tratadas, dado que a oferta deste tipo de água em edificações residenciais abunda.

Entende-se por águas cinzentas os efluentes oriundos do uso de lavatório, chuveiro e máquina de lavar, excluindo, no entanto, efluentes advindos de cozinhas, bidé e sanitas, por serem considerados altamente poluídos, putrescíveis e com inúmeros compostos indesejáveis, por exemplo óleos e gorduras.

A reutilização das águas cinzentas apresenta variadas vantagens, tais como a diminuição da descarga dos efluentes no sistema de drenagem urbana e a economia de água potável (aproximadamente 50%). Consequentemente, permite uma maximização das infraestruturas de abastecimento de água e das estações de tratamento de águas residuais (ETAR's). E ainda permite uma educação ambiental da sociedade. Todavia, algumas questões importantes se colocam, nomeadamente as que se prendem com a ressalva da saúde pública e com a garantia de viabilidade desta prática. Segundo Nolde (1999), a água dos sistemas de reutilização deve cumprir plenamente quatro critérios: higiene (qualidade microbiológica), estética (aspeto físico), tolerância ambiental e viabilidade técnica e económica.

Uma pesquisa efetuada na Alemanha pelo Ministério do Meio Ambiente, mostrou que 76% dos especialistas internacionais considera tecnicamente praticável usar água recuperada de lavatórios, banheiras e chuveiros de habitações em fins menos exigentes, com o mesmo risco para a saúde pública oferecido pela água potável (Nolde, 1999).

De acordo com um estudo de viabilidade económica de sistemas de reutilização de águas cinzentas, em pequena escala e grande escala, verificou-se que este apresenta um custo decrescente ao longo da sua vida útil (15 anos), enquanto que aquele apresenta comportamento de custo crescente. Isso decorre do fato de que sistemas relativamente grandes têm baixo custo unitário de tratamento (Memon et al., 2005). Outros estudos realizados em termos de viabilidade económica, concluem que os sistemas de reutilização de águas cinzentas, para uma habitação unifamiliar (pequena escala), só são viáveis se forem o mais simples possível (filtração em carvão ativado, seguido de desinfecção com cloro); já para sistemas mais complexos (com tratamento biológicos), só são viáveis quando o número de habitações é superior a 28 unidades. Entretanto, devem sempre ser realizados estudos económicos adequados para verificar a viabilidade de se efetuarem os investimentos para a separação e tratamento, pois existem vários fatores que influenciam, tais como a vida do projeto, a taxa de desconto, preço da

água, a eficiência do sistema e a escala do sistema. A avaliação pode ainda levar em conta a utilização de águas pluviais, proporcionando melhores condições para a viabilidade económica.

Para implementação de um sistema de reutilização de águas cinzentas deve-se ter em conta as seguintes etapas: caracterização das águas cinzentas (qualitativa / quantitativa); análise dos pontos de aplicação; verificação dos parâmetros de qualidade de água necessários; especificação das etapas de tratamentos necessárias; verificação dos cumprimentos normativos e legislativos e, por fim, execução das instalações hidráulicas.

## **5.2. CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA E QUANTITATIVA DAS ÁGUAS CINZENTAS**

Relativamente às características qualitativas, é importante conhecer os efluentes a partir das diversas fontes (casas de banho (CB), da banheira (BA), do lavatório (L), do lava-loiça (LL), da máquina de lavar roupa (MLR) e máquina de lavar loiça (MLL)), para que se possa garantir que o uso da água não represente nenhum risco para a saúde pública ou para o meio ambiente. Desta forma são apresentados, em anexo (A6), os parâmetros de qualidade das águas cinzentas por tipo de fonte, compilada de diversas bibliografias.

Vale ressaltar que além da origem da água, outros fatores influenciam as características da qualidade das águas cinzentas, tais como o estilo de vida, costumes e usos de produtos de limpeza utilizados na higiene pessoal e doméstica.

Analisando os valores dos parâmetros de qualidade das águas cinzentas (anexo A6), pode-se dizer que as águas advindas dos chuveiros e lavatórios não são muito poluídas, pois apresentam baixas concentrações de matéria orgânica biodegradável, exceto no caso de existirem indivíduos com doenças gastrointestinais na residência. Já em relação à máquina de lavar roupa, esta tem uma carga poluente maior, devido a fontes significativas de fósforo, sódio e CQO (Carência Química de Oxigênio). Em relação ao lava-loiça e à máquina de lavar loiça, não se aconselha o seu uso como fonte de águas cinzentas, por apresentarem uma quantidade significativa de poluentes, tais como, fósforo, boro, sódio e CBO (Carência Bioquímica de Oxigênio).

Isto deve-se à presença de partículas de alimentos, óleos, gorduras e outros resíduos (bactérias, detergente e produtos de limpeza muito alcalinos), que podem promover e apoiar o crescimento de microrganismos. Desta forma, é preciso aplicar um tratamento logo a jusante para evitar processos de decomposição, envolvendo sulfatos e cheiros desagradáveis, uma vez que a decomposição varia, significativamente, com o tempo de retenção no transporte e armazenamento (Dixon et al., 1999b; Al-Jayyousi, 2003 apud Matos Coutinho, 2009).

Em relação à quantidade de águas cinzentas, pode-se dizer que este valor varia de acordo com os hábitos sanitários e níveis de vida. De acordo com a ANQIP, na ausência de valores adquiridos

através de estudos, o consumo médio de água poderá ser estimado em cerca de 100 l/(hab.dia) e a produção de águas cinzentas em cerca de 70 l/(hab.dia), como apresentado na tabela abaixo. De acordo com esta estimativa, o potencial de reutilização pode ser à volta de 48 l/(hab.dia), dos quais 25 a 35 l/hab.dia usados para descarga de autoclismo.

Tabela 26 - Quantidade de águas cinzentas em edifícios residenciais com dispositivos eficientes

Natureza da água utilizada	Usos da água	Água residuais produzidas	Destinos da água	
52 litros de água de qualidade alimentar	40 litros para duche, banheira e lavatórios	70 litros de águas cinzentas	48 litros de águas cinzentas tratadas	
	12 litros para a cozinha		22 litros de águas cinzentas descarregadas	
48 litros de água Cinzentas tratadas	5 litros para limpezas			25 litros de águas negras descarregadas
	13 litros para a máquina de lavar roupa			
	25 litros para descarga de autoclismos	-	Infiltração no solo	

Fonte: adaptado de fbr – information sheet H201 apud ETA 905, ANQIP, 2011

De modo geral, como visto acima, a necessidade de águas cinzentas tratadas em edifícios residências é consideravelmente inferior à quantidade disponível de águas cinzentas produzidas, por isto não é necessário tratar a sua totalidade, mas apenas os efluentes menos poluídos, como os provenientes do chuveiro, banheira e lavatório, traduzindo assim num menor custo de infraestruturas de tratamento e uma oportunidade para reutilização dentro das próprias habitações.

### 5.3. APLICAÇÃO E PARÂMETROS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS CINZENTAS

Como já referido, a qualidade da água para o uso não potável varia de acordo com as suas diversas utilizações, como apresentado a seguir:

#### 5.3.1. Descarga de autoclismos

Para descarga de autoclismos, a maior preocupação é relativa aos parâmetros microbiológicos, como se observa, na tabela 27, com os limites estabelecidos pela ETA 905 (de acordo com o DL 236/98, que define as normas de qualidade para águas para fins balneares) e na BS 8525/2010 (norma de sistemas de águas cinzentas no Reino Unido).

Nesta aplicação devem considerar-se medidas de segurança adicionais como, por exemplo, a colocação de avisos de obrigatoriedade de fechar a tampa da sanita (ETA 901, 2011). Isto deve-se a garantir que o modo de aplicação desta água não permita a formação de aerossóis (pulverizadores, aspersores, nebulizadores, etc.), possibilitando o contágio dos utilizadores.

Tabela 27 - Limites para os parâmetros de qualidade das águas cinzentas para uso em descarga de autoclismo.

Parâmetro	ETA 901/2011 (ANQIP)		BS 8525/2010
	VMA	VMR	
<b>Coliformes totais</b>	-	104 UFC /100 ml	1000 UFC /100 ml
<b>Estreptococos fecais (Enterococos)</b>	400 UFC/100 ml	-	100 UFC/100 ml
<b>Coliformes fecais (<i>Escherichia coli</i>)</b>	103 UFC/100 ml	0 UFC/100 ml	250 UFC/100 ml
<b>Pseudomonas aeruginosa</b>	1 UFC/ml	-	-
<b>Parasitas entéricos</b>	1 ovo/ 10 l	-	-
<b>Sólidos em suspensão</b>	10 mg/l	-	-
<b>Turvação</b>	2 UNT	-	< 10 UNT
<b>pH</b>	-	-	5-9.5
<b>Cloro</b>	-	-	< 2.0 mg/l
<b>Bromo</b>	-	-	< 5.0 mg/l

VMA – Valor Máximo Admissível; VMR – Valor Máximo Recomendado.

Fonte: ETA 905/2011 e BS 8525/2010

### 5.3.2. Máquina de lavar roupa

As exigências necessárias para utilização de águas cinzentas em máquinas de lavar roupa, a nível nacional (ETA 905/2011) e no Reino Unido (BS 8525/2010) , é o mesmo estabelecido para águas de descargas de autoclismos (tabela 27). Deve-se ter atenção à temperatura utilizada na lavagem de roupa, que de acordo com a ETA 901 (ANQIP) deve ser inferior a 55°C, porque as altas temperaturas propiciam o crescimento microbiano podendo, em águas supersaturadas, induzir à precipitação de substâncias.

### 5.3.3. Rega de jardim

Na rega de jardim privado, sem cultivo de produtos suscetíveis de serem consumidos a cru, a ETA 901/2011, estabelece limites que estão indicados na tabela 28, conjuntamente com os limites estabelecidos no Reino Unido (BS 8525/2010). Quando há risco de formação de aerossóis (pulverizadores, aspersores, nebulizadores, etc.), onde poderá haver possibilidade de contágio dos utilizadores, a especificação técnica (ETA 901/2011) e a norma BS 8525/2010, estabelecem limites mais apertados.

Tabela 28 - Limites para os parâmetros de qualidade das águas cinzentas para uso em rega de jardim privado.

Parâmetro	ETA 901/2011 (ANQIP)		BS 8525/2010	
	VMA	VMR	Sem aerossóis	Com aerossóis
<b>Legionella spp. (*)</b>	100 UFC/100 ml	-		10 UFC/100 ml
<b>Coliformes totais</b>	-	104 UFC /100 ml	1000 UFC /100 ml	10 UFC /100 ml
<b>Estreptococos fecais (Enterococos)</b>	100 UFC/100 ml	-	100 UFC /100 ml	Não detetável
<b>Coliformes fecais (Escherichia coli)</b>	200 UFC/100 ml	0 UFC/100 ml	250 UFC /100 ml	Não detetável
<b>Salmonellae</b>	Não detetável	-	-	-
<b>Parasitas entéricos</b>	1 ovo/ 10 l	Não detetável	-	-
<b>Sólidos em suspensão</b>	10 mg/l	-	-	-
<b>Turvação</b>	2 UNT	-	-	< 10 UNT
<b>pH</b>	-	-	5-9.5	5-9.5
<b>Cloro</b>	-	-	< 0.5	< 2.0
<b>Bromo</b>	-	-	0.0	0.0

VMA – Valor Máximo Admissível; VMR – Valor Máximo Recomendado.  
 Fonte: ETA 905/2011 e BS 8525/2010

No caso de rega de produtos suscetíveis de serem consumidos a cru, deve atender-se aos VMA indicados na Norma Portuguesa NP 4434 (2005), e ainda não se recomendando o aproveitamento de águas provenientes de cozinhas (ETA 905/2011 - ANQIP).

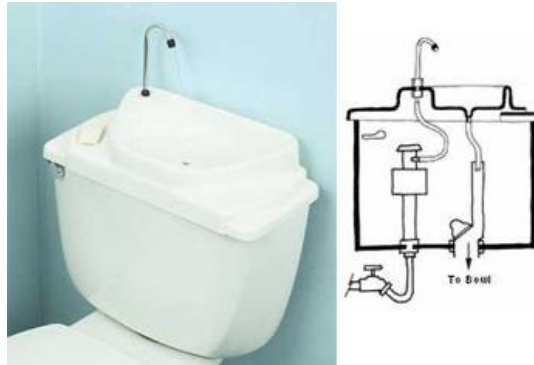
## 5.4. SISTEMA DE REUTILIZAÇÃO DE ÁGUAS CINZENTAS

### 5.4.1. Tipos de sistemas

Segundo a norma para sistemas de reutilização de águas cinzentas do Reino Unido (BS 8525/2010), as possibilidades da sua reutilização dentro das habitações unifamiliares variam em função da sua complexidade, do tratamento e tamanho, tais como:

a) **Sistemas de reutilização diretos** : estes sistemas utilizam aparelhos mais simples para recolha de águas cinzentas, entregando-as diretamente nos pontos de usos, sem qualquer tratamento ou armazenamento (como por exemplo desvio das águas cinzentas advindas dos banhos e lavatório para rega superficial em jardim privado sem uso de aerossóis (pulverizadores)). É importante ressaltar que

este tipo de sistema só é permitido para uso em atividade de rega superficial sem aplicação de aerossóis. Um exemplo deste sistema é apresentado na figura 32.



Sistema de reutilização de água da máquina de lavar roupa para jardim

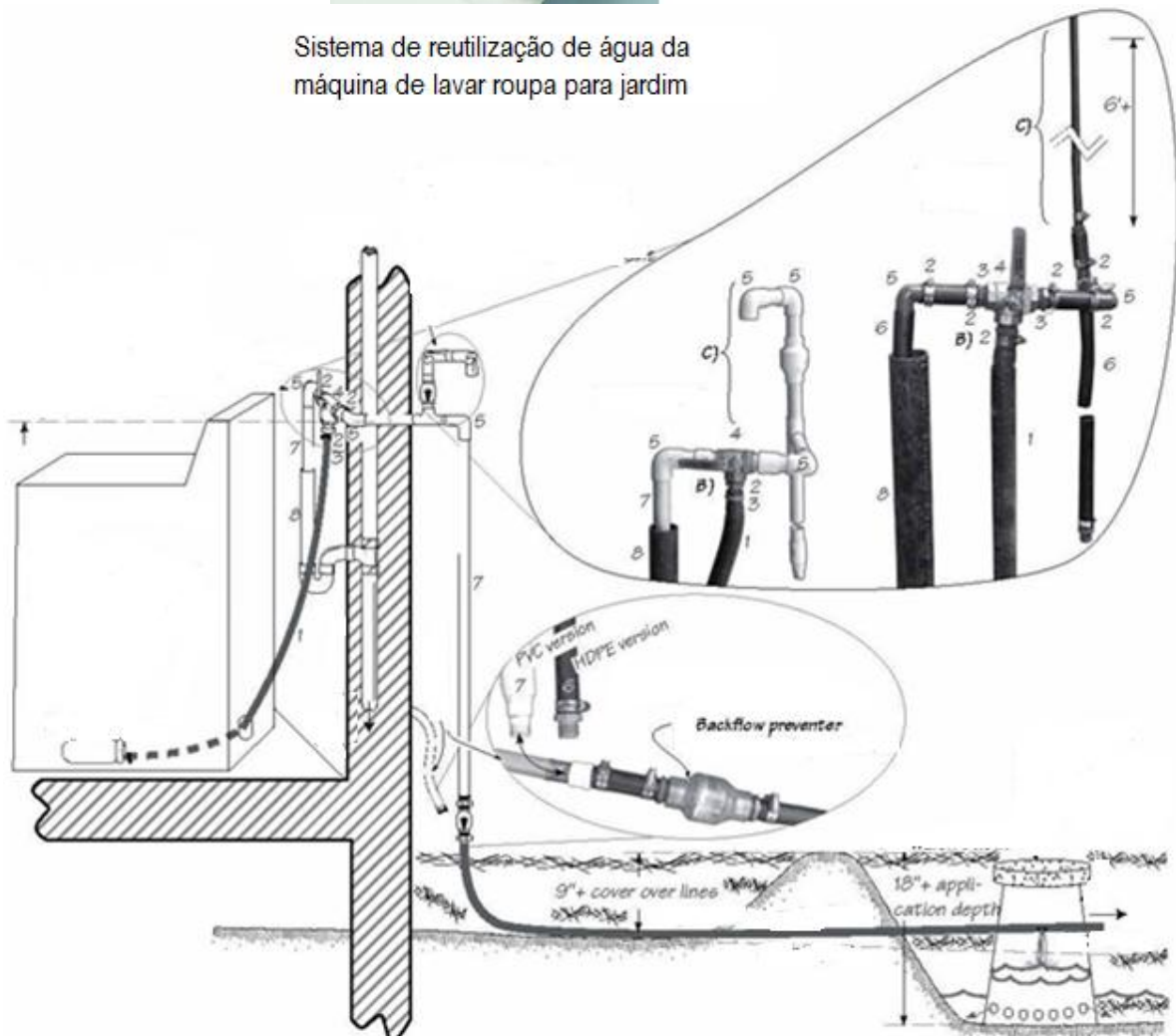


Figura 32 - Sistema de reutilização de água direta  
Fonte: sinkpositive.com e <http://www.oasisdesign.net/greywater/laundry/>

b) **sistemas de reutilização de curta retenção**: nestes sistemas aplicam-se técnicas básicas de filtração ou de tratamento, visando evitar problemas quanto à qualidade de água e seu odor, garantindo que a água cinzenta tratada não é armazenada por um longo período. Um exemplo deste sistema é apresentado na figura 33.

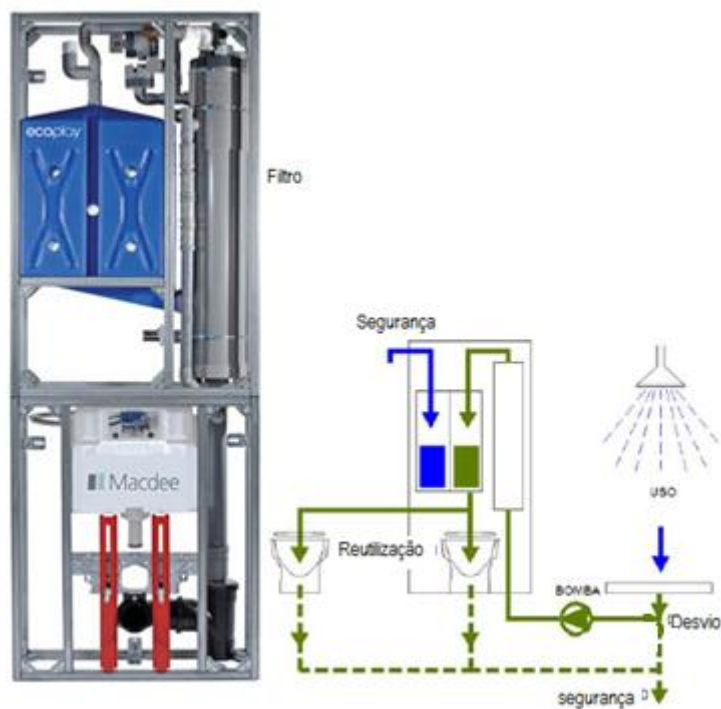


Figura 33 - Sistema de reutilização de curta retenção  
 Fonte: <http://www.ecoplay-systems.com/content.aspx?id=5.htm>

c) **Sistemas básicos físicos/químicos:** Estes sistemas utilizam um filtro para remover os detritos das águas cinzentas recolhidos antes do armazenamento, enquanto desinfetantes químicos (por exemplo, cloro ou bromo) são utilizados para parar o crescimento bacteriano que normalmente acontece durante o armazenamento. Um exemplo deste sistema é apresentado na figura 34.

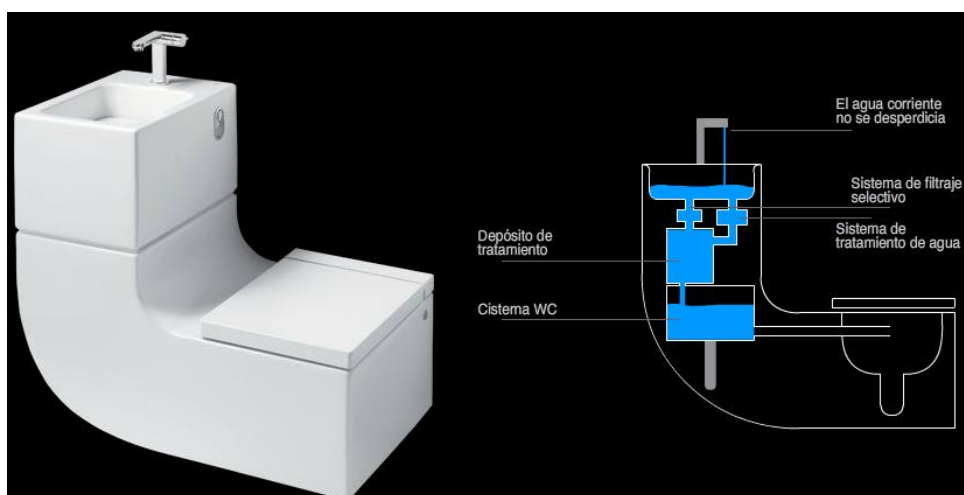


Figura 34 - Sistema básico físico/químico  
 Fonte: <http://www.roca.com.es/ww/index.html?es>

d) **Sistemas biológicos:** Estes sistemas usam as bactérias aeróbicas ou anaeróbicas para digerir qualquer matéria orgânica indesejável nas águas cinzentas recolhidas. No caso do tratamento aeróbico, bombas ou plantas aquáticas pode ser utilizado para oxigenar a água.

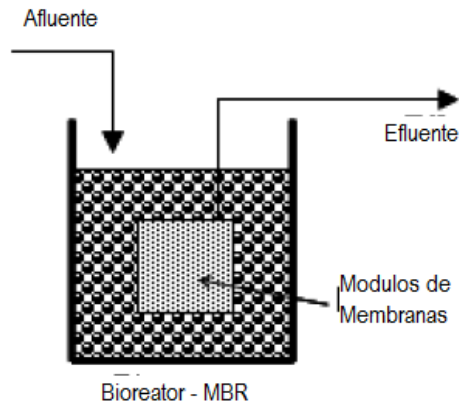


Figura 35 - Esquema típico de sistemas biológicos

Fonte: [https://dspace.lib.cranfield.ac.uk/bitstream/1826/4385/1/Greywater\\_recycling-A\\_review\\_of\\_treatment\\_options-2007.pdf](https://dspace.lib.cranfield.ac.uk/bitstream/1826/4385/1/Greywater_recycling-A_review_of_treatment_options-2007.pdf)

e) **Sistemas físicos/biológicos:** Estes sistemas, os mais avançados para a reutilização de águas cinzentas domésticas, combinam o tratamento biológico e físico, por exemplo, a remoção de matérias orgânicas por culturas microbianas e sedimentação de materiais sólidos.

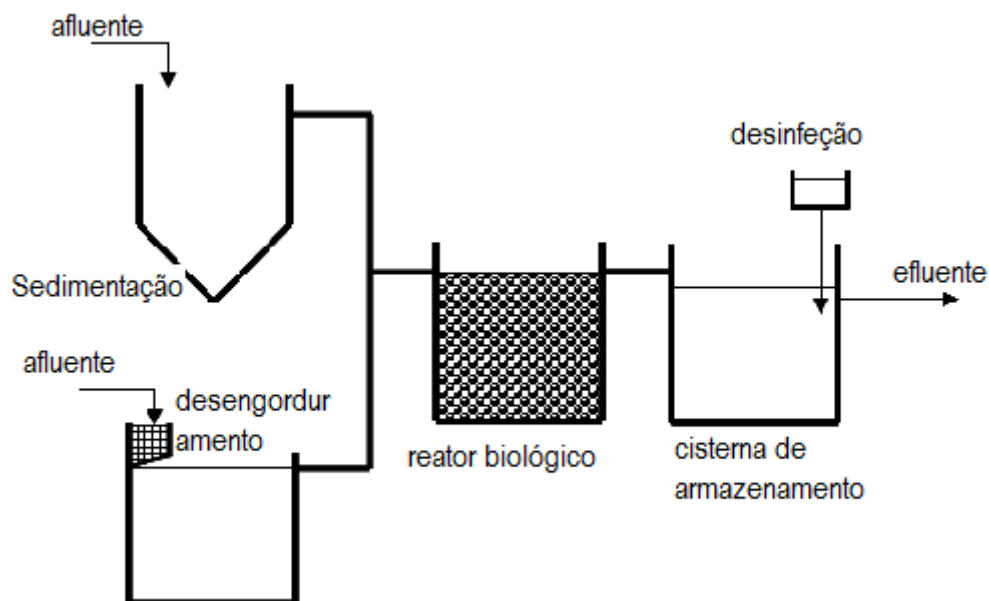


Figura 36 - Esquema típico de sistemas físicos/ biológicos

Fonte: [https://dspace.lib.cranfield.ac.uk/bitstream/1826/4385/1/Greywater\\_recycling-A\\_review\\_of\\_treatment\\_options-2007.pdf](https://dspace.lib.cranfield.ac.uk/bitstream/1826/4385/1/Greywater_recycling-A_review_of_treatment_options-2007.pdf)

f) **Sistemas mistos:** é a combinação dos sistemas apresentados acima. Estes sistemas podem ser integrados com um sistema de aproveitamento de águas pluviais.

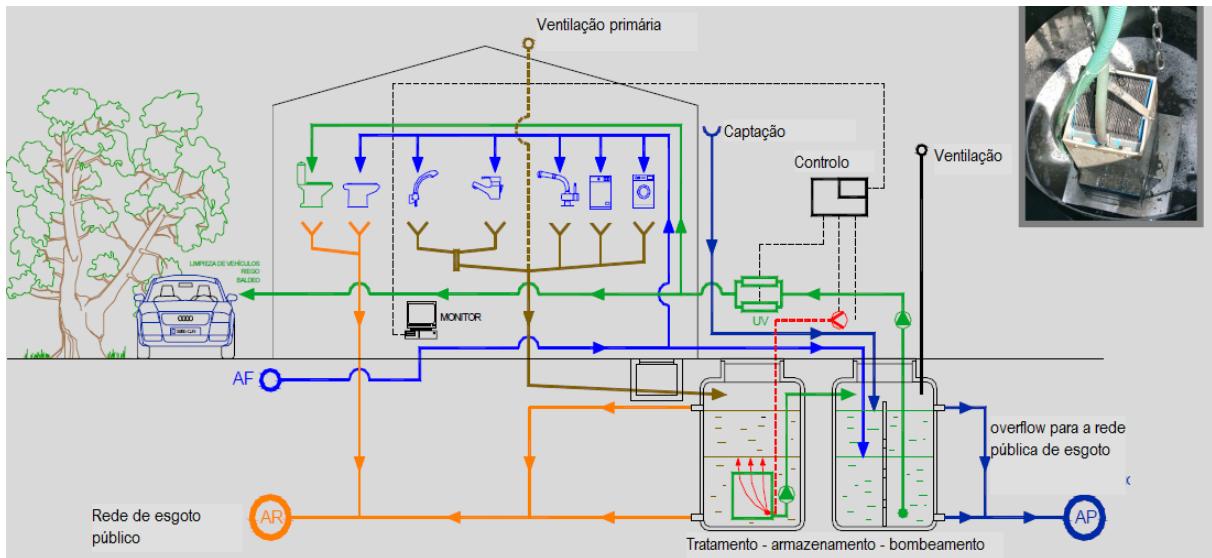


Figura 37 - Sistemas mistos -reutilização de águas cinzentas e pluviais.  
 Fonte: [http://www.five.es/cursos-jornadas/Agua250609/C\\_Ignacio\\_Palma\\_Carazo/4.pdf](http://www.five.es/cursos-jornadas/Agua250609/C_Ignacio_Palma_Carazo/4.pdf)

## 5.5. COMPONENTES DO SISTEMA

Os sistemas de reutilização de águas são constituídos pelos seguintes componentes:

a) **Sistema de captação:** sistema de condutas horizontais e verticais que transportam as águas cinzentas provenientes do chuveiro, do lavatório e da máquina de lavar roupa ao sistema de armazenamento, onde posteriormente é devidamente tratado. Estas condutas deverão ser de uso exclusivo para o transporte das águas cinzentas e deverão conter identificação para evitar ligações cruzadas. Recomenda-se o uso de filtros nos equipamentos alvo de recolha (chuveiros e lavatórios), para evitar a entrada de cabelos e outros detritos, minimizando assim a entrada de poluentes no sistema. O dimensionamento das redes de recolha deve ser efetuado de modo análogo ao dimensionamento da rede de esgoto predial e para idênticos níveis de conforto, obedecendo às normas vigentes (DR 23/95 e EN 12056-2).

b) **Tratamento:** o sistema de tratamento das águas cinzentas depende da qualidade da água coletada e do seu uso final, como já referido. A escolha do processo de tratamento das águas cinzentas a ser utilizado é de fundamental importância para o sucesso do sistema, por isso, a decisão deve ser criteriosa e fundamentada nas características do afluente a ser tratado e nos limites dos parâmetros de qualidade da água estabelecidas, para salvaguarda da saúde pública. Deve dar-se preferência aos sistemas que oferecem melhor viabilidade e menor impacto ambiental, nomeadamente, os que dispensem a adição de produtos químicos, os que necessitem de pouca energia e que possuam uma manutenção mais económica. Dentre as opções de tratamento destacam-se as seguintes:

- ✓ Sedimentação / flotação, por exemplo, tanques de sedimentação;

- ✓ tratamentos biológicos;
- ✓ mecanismos de ultrafiltração - membranas;
- ✓ Tratamentos químicos/ desinfecção, por exemplo, cloro;
- ✓ desinfecção ultravioleta (UV);
- ✓ Combinação das tecnologias apresentadas acima.

Na literatura sobre sistemas de reutilização de águas cinzentas, os tratamentos sugeridos normalmente são assentes em tratamentos físicos e químicos, embora alguns já combinem tratamentos biológicos. Os tratamentos físicos aplicados na sua maioria são filtração, através de meios filtrantes (tais como, solo, membranas filtrantes e meios multimédia) e a sedimentação. Já em relação aos tratamentos químicos, as técnicas mais adotadas são a coagulação com adição de reagentes, como sais de alumínio e ferro. No que diz respeito aos tratamentos biológicos, recorrem a reatores com culturas fixas (RBC (*Rotating Biological Contactor*), SBR (*Sequencing Batch Reactor*) e MBR (*Membrane Bio Reactor*)), sendo procedidos por um pré-tratamento, para remoção dos sólidos de maiores dimensões e a seguir um sistema de desinfecção para cumprimentos dos critérios microbiológicos (Li et al., 2009 apud Matos Coutinho, A.,2009). No entanto, num estudo realizado com diversas esquemas de tratamento, conclui-se que o uso de bioreatores de membranas (MBR - *Membrane Bio Reactor*), somente, permite obter uma boa remoção microbiológica sem a necessidade de desinfecção (Pidou et al.,2007).

c) **Armazenamento:** sistema composto por reservatório (s) de acumulação com o objetivo de armazenar as águas cinzentas provenientes dos pontos de recolha. O armazenamento de águas cinzentas tratadas deve ser evitado, sempre que possível. Onde o armazenamento de águas cinzentas tratadas é necessário, pode ser incorporado como parte do sistema de água cinzentas ou fornecido separadamente. Para seleção do armazenamento deve-se levar em conta os seguintes itens: o caudal máximo advindo do equipamento de tratamento; a temperatura ( para evitar estimular o crescimento microbiano indesejável); o período máximo de armazenamento e quaisquer outras condições indicadas pelo fabricante do equipamento; se o sistema é para ser dedicado apenas as águas cinzentas ou integrado com o sistema de aproveitamento. Todos os reservatórios, quer sejam utilizados separadamente ou ligados com outros, a fim de criar uma maior capacidade, devem evitar a estagnação. E ainda devem ter um sistema de extravasamento (*overflow*), e um sistema de ventilação equipado com proteção para evitar a contaminação da água.

Os restantes componentes, circuito alternativo de água, bombeamento, *overflow*, sistemas de controlo e rede de distribuição, devem ser realizados de modo análogo ao do sistema de aproveitamento de águas pluviais.

## 5.6. MANUTENÇÃO

Antes de qualquer procedimento de manutenção, devem ser realizadas inspeções para ter garantias de qualidade da água, de acordo com os padrões já apresentado na tabela 29. E antes de qualquer procedimento de manutenção, sempre que possível, o sistema de reutilização de águas cinzentas deverá ser drenado e lavado com água limpa para reduzir o risco de contágio dos técnicos de manutenção, pessoas na vizinhança e do ambiente. As infraestruturas elétricas e de água potável devem ser isoladas, antes de qualquer procedimento de manutenção. A entrada de pessoas dentro do reservatório deverá ser evitada, sempre que possível, e onde a entrada for primordial, só deve ser realizada por técnicos especializados equipados com equipamentos de segurança adequados para espaços confinados. Os procedimentos de manutenção normalmente são fornecidos pelo fabricante do sistema; a título indicativo, segue abaixo (tabela 29) um cronograma usual de manutenção. Para garantir a operacionalidade do sistema de reutilização na sua vida útil, os utilizadores devem consultar as instruções do fabricante para orientação sobre o uso dos aparelhos ligados ao sistema que se destinam a ser utilizados. O sistema de reutilização de águas cinzentas deverá conter um boletim com indicações das manutenções e inspeções realizadas.

Tabela 29 - Cronograma de inspeção e manutenção de um sistema de reutilização de águas cinzentas

Componente	Operação	Nota	Frequência
<b>Filtros, membranas biológicas, suportes e filtros</b>	Inspeção e manutenção	Verificar a condição do filtro, etc. (s) e limpe ou substitua, se necessário	anual
<b>desinfetante químico ou outro consumível</b>	Inspeção e manutenção	Verifique se esta funcionando adequadamente, repor o suprimento químico, se necessário	mensal
<b>Lâmpadas UV</b>	Inspeção e manutenção	Limpe e substitua, se necessário	A cada 6 meses
<b>Reservatório</b>	Inspeção	Verifique se não há vazamentos, se há detritos acumulados e se a tampa está bem estanque.	Anual
	Manutenção	Drenagem e limpeza do tanque	a cada 10 anos
<b>Bomba e painel de controlo da bomba</b>	Inspeção e manutenção	Verifique se não há vazamentos, se há corrosão; realizar um teste na bomba;	Anual
<b>Circuito alternativo de água</b>	Inspeção	Verifique se o abastecimento de água de back-up está funcionando corretamente e se as aberturas de ar são mantidos	Anual

<b>Unidade de controlo</b>	Inspeção e manutenção	Verifique se a unidade esteja funcionando adequadamente, incluindo as funções de alarme se for o caso	Anual
<b>Medidor de nível de água (se instalado)</b>	Inspeção	Verificar se o nível indicado corresponde ao nível de água no tanque de abastecimento ou cisterna	Anual
<b>Cablagens</b>	Inspeção	Visualmente, verificar se a cablagens são eletricamente segura	Anual
<b>Rede de distribuição</b>	Inspeção	Verifique se há: vazamentos, se os tubos são estanques e se os tubos de extravasamento apresentam alguma sujidade. Nesta verificação incluem-se as águas cinzentas coletadas e tratadas, qualquer fonte de lavagem e abastecimento de água de <i>back-up</i> .	Anual
<b>Sinalética</b>	Inspeção	Verifique se as advertências das tubagens e identificação das válvulas estão corretas, visíveis e no lugar	Anual
<b>Suportes e fixações</b>	Inspeção e manutenção	Ajuste e aperte, se for o caso	Anual
<b>Lavagem em contracorrente</b>	Inspeção e manutenção	verificar a funcionalidade	Anual

Fonte: BS 8525/2009

---

## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

---

### 6.1. CONCLUSÕES

A presente pesquisa teve como principais objetivos apresentar diretrizes para a reutilização das águas para fins não potáveis e propor a utilização de equipamentos economizadores de águas em edifícios habitacionais. Através desta, foi possível abordar conceitos gerais sobre aproveitamento de águas e reutilização de águas cinzentas e apresentar características construtivas e métodos utilizados na elaboração e na implantação do sistema. Foi também apresentado um plano de auditoria para uso racional da água e também mostrar equipamentos economizadores disponíveis no mercado, o que os torna acessíveis para uso nas construções, seja em fase de projeto ou já construídas.

Observa-se que o uso sustentável da água apresenta benefícios diversos, tais como diminuição do consumo da água potável e redução da carga poluente sobre o meio ambiente. Diante destes benefícios, é necessário o estabelecimento de normas que conduzam à reutilização segura dessas fontes de água, bem como a criação de políticas que incentivem a implementação desses sistemas em edifícios residenciais, a exemplo de diversos países, tais como Japão, Alemanha, Austrália e Reino Unido. Em Portugal, apesar de ainda ter um longo caminho a percorrer, já se verificam algumas iniciativas, como o Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA), em termos governamentais, e outras pela iniciativa privada, ANQIP (Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais), pelos quais se apresentam Especificações Técnicas, com vista à melhor prossecução dos projetos de reutilização, e ainda certificam equipamentos economizadores comercializados no mercado nacional.

Atualmente, para mostrar que um edifício é ecoeficiente, este precisa de um certificado de construção sustentável, sendo este caracterizado por diversas vertentes (ambiental, social, económica e cultural). No mercado existem diversos tipos de certificação com o mesmo fim, no entanto diferem quanto a importância dada a cada vertente. A vertente hídrica, objeto deste trabalho, tem diferentes pesos consoante o sistema de certificação adotado: 9% na classificação final no caso do BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*); 11% no caso do LEED (*Leadership in Energy & Environmental Design*), já o LiderA, sistema criado em Portugal, tem um peso de apenas 8%. Aliados a estes sistemas, no que se refere a sustentabilidade hídrica, existe a certificação de equipamentos, como o Eco-Label, WELS (*Water Efficiency Labelling and Standards Scheme*) e a nível nacional a ANQIP (Associação Nacional Para a Qualidade nas Instalações Prediais).

Em relação às políticas sustentáveis, no que toca à eficiência hídrica, os equipamentos economizadores de água por si só geram resultados restritos, havendo a necessidade de se desenvolver na população a consciência do uso racional da água para que tanto os sistemas de reutilização e a

implantação dos equipamentos economizadores surtam efeito na redução do consumo de água nas edificações.

São necessárias ainda, ações de formação para a comunidade técnica para sua implementação sem colocar em risco a saúde pública.

No sistemas de reutilização de águas cinzentas deve-se considerar o comportamento dos usuários, sendo que o volume e a concentração de contaminantes podem variar dependendo da tipologia da edificação, da localidade, do nível de ocupação da residência, da faixa etária, do estilo de vida, da classe social, da cultura e dos costumes dos residentes. Já nos sistemas de aproveitamentos de águas pluviais deve-se investigar as condições do local de instalação e quais os fatores que podem interferir na qualidade da água recolhida.

Na implementação de um sistema de reutilização de águas cinzentas, o dimensionamento do reservatório deve ter em conta a capacidade do sistema de tratamento e a demanda. Já nos sistemas de aproveitamento de águas pluviais, o dimensionamento depende da precipitação do local onde se vai implantar o sistema da superfície do telhado, do coeficiente do escoamento e da quantidade de água da chuva necessária para o consumo.

De acordo com a pesquisa realizada, em termos de viabilidade económica, os sistemas de reutilização de águas cinzentas, com sistemas de tratamentos mais complexos (tratamento biológicos), só são viáveis quando é aplicado a um número de habitações superior a 28 unidades; no entanto, em sistemas mais simples de tratamento (filtração + desinfecção) o sistema já se torna viável de habitação inferiores àquele. Os sistemas de aproveitamento de águas pluviais apresentam-se mais atrativos, uma vez que necessitam de tratamentos mais simplificados (filtração).

## **6.2. RECOMENDAÇÕES**

Algumas recomendações para novas pesquisas em sistemas de reutilização de águas cinzentas e em sistemas de aproveitamento de águas pluviais são indicados abaixo:

- ✓ Estudar a aplicação de um sistema sustentável hídrico em termos de viabilidade económica;
- ✓ Estudar a aplicação de um sistema de tratamento biológico para águas cinzentas em edifícios;
- ✓ Avaliar a aplicação de um sistema de reutilização mista (aproveitamento de águas pluviais + reutilização de águas cinzentas);
- ✓ Estudar a qualidade da água recolhida num tubo de queda de águas pluviais de um edifício;
- ✓ Estudar a qualidade das águas cinzentas em edifícios, por utilização.

---

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

---

- ALMEIDA, A. B. (2011). *Gestão da Água: Incertezas e Riscos - conceptualização operacional, 1ª Edição*. Lisboa., Esfera do Caos Editora, Cap.1 pg27.
- ALMEIDA, M. C. et al. (2006). *Uso Eficiente da água no setor urbano*. Lisboa : IRAR, INAG e LNEC.
- ALVES, C. (2010), *Tratamento de Águas de Abastecimento, 3ª Edição*. Porto: Editora Publindústria, ISBN: 978-972-8953-46-1, 2010.
- ANA, FIESP, SindusCon-SP (2005). *Conservação e reúso da água em edifícios*. São Paulo: Agência Nacional da Água; Federação das Indústrias do Estado de São Paulo; Sindicato da Indústria da Construção.151 p.
- ANNECCHINI, K.P.V. (2005). *Aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis na cidade de Vitória (ES)*.Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). 150p.
- ANQIP (2012), Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais, disponível em: <http://www.anqip.pt/>. Consultado em: 02/08/2012 às 19h:15min.
- AQUA ESPAÑA (2011). *Guía Técnica de Aprovechamiento de Aguas Pluviales en Edificios*. Espanha.
- BATISTA, J. M. et al. (2001), *Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água*. Lisboa: INAG.
- BARBOSA, A. E. (2008). *Escorrências de estradas - Caracterização e sistemas de tratamento*. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Plano de Investigação Programada – LNEC 2005-2008. Disponível em: <http://www.lnec.pt/atividade/pip-2005-2008/as/05-as12.pdf>. Consultado em: 24/08/2012 às 17h.
- BARROSO, L. P. M. (2010). *Construção Sustentável – Soluções comparativas para o uso eficiente da água nos edifícios de habitação*. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa, Tese de mestrado.
- BERTOLO, E. J. P.(2006). *Aproveitamento da Água da Chuva em Edificações*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Dissertação (Licenciada em Engenharia Civil ).174f.
- BRAGANÇA, L. et al. (2006). *Sustentabilidade de soluções construtivas*. Braga: Universidade do Minho.
- BUTLER, D. & WARD, S. (2009). *Report on approaches to UWWTD compliance in relation to CSOs in major cities across the EU*. Internal Report. Exeter Enterprise, University of Exeter. pg.32. Disponível em: [http://www.lbhf.gov.uk/Images/19%202010%20Summer%20Needs%20Report%20Appendix%20B%20Report%20on%20Approaches%20to%20UWWTD%20Compliance%20in%20Relation%20to%20CSO\\_tcm21-162901.pdf](http://www.lbhf.gov.uk/Images/19%202010%20Summer%20Needs%20Report%20Appendix%20B%20Report%20on%20Approaches%20to%20UWWTD%20Compliance%20in%20Relation%20to%20CSO_tcm21-162901.pdf). Consultado em: 19/07/2012 às 15h.

- DE GRAAF, R. (2009). *Innovations in Urban Water Management to Reduce the Vulnerability of Cities*. Netherlands: Delft University of Technology. Published PhD Thesis. ISBN 9789085595915. Pg.45-48. Disponível em: <http://repository.tudelft.nl/view/ir/uuid%3A817c33c6-f716-44ca-bb17-80d20ef2100e/>. Consultado em: 18/07/2012 às 09h.
- DEREK, S.(2012). *Germany: Four-person water charge in Berlin is €349 per year*. Ireland: irishtimes.com. Disponível em:<http://www.irishtimes.com/newspaper/ireland/2012/0123/1224310626352.html>. Consultado em: 13/07/2012 as 16h.
- DO VALE, A. B. M. H. (2007). *Qualidade de águas pluviais em meio urbano*. Lisboa: Instituto Superior Técnico (IST). Mestrado em Engenharia do Ambiente.Pg.154.
- DWORAK, T. et al. (2007). *Final report EU Water saving potential (Part 1 –Report)*. Ecologic - Institute for International and European Environmental Policy. Disponível em:<[http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/pdf/water\\_saving\\_1.pdf](http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/pdf/water_saving_1.pdf)>. Consultado a 28/11/2011 às 15h.
- ECOMEIOS (2009). *Catálogo de produtos Ecomeios*. Disponível em: [www.ecomeios.com](http://www.ecomeios.com). Consultado em: 16/08/2012 às 17h.
- EUROSTAT (2007). *Consumers in Europe-Facts and figures on services of general interest*. Luxemburgo: Eurostat. Disponível em: [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_OFFPUB/KS-DY07-001/EN/KS-DY07-001-EN.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-DY07-001/EN/KS-DY07-001-EN.PDF). Consultado em: 04/08/2012.
- FRIEDLER, E.(2004), *Quality Of Individual Domestic Greywater Streams And Its Implication For On-Site Treatment And Reuse Possibilities*. Israel:, Environmental Technology, Vol. 25. Paper. pp 997-1008.
- GIORDANI, S.(2002). *Averiguações das possibilidades de reúso de efluentes domésticos tratados nas bacias do Alto Iguaçu e Alto Ribeira – Região de Curitiba*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. Dissertação (Mestre em Engenharia Hidráulica). 201 p.
- HAGEMANN, S. E.(2009). *Avaliação Da Qualidade Da Água Da Chuva e da Viabilidade De Sua Captação e Uso*. Santa Maria, RS, Brasil: Universidade Federal de Santa Maria. Mestrado em Engenharia Civil. 140p.
- HOTEL&TECHNIK (2012). *Recycling: Regenwassernutzung im Etap Berlin*. Alemanha. Disponível em: [http://www.hotelundtechnik.de/magazin\\_pfds/H-T1\\_12-Regenwasser.pdf](http://www.hotelundtechnik.de/magazin_pfds/H-T1_12-Regenwasser.pdf). Consultado em: 17/07/2012 às 13h.
- HOWARD, G. et al. (2010), *Securing 2020 vision for 2030: climate change and ensuring resilience in water and sanitation services*. International Water Association (IWA):Journal of Waterand Climate Change. Disponível em: <http://www.iwaponline.com/jwc/001/0002/0010002.pdf>. Consultado a 21/06/2012. pg.8.
- INAG, Instituto Nacional da Água, IP (2010). *Consumo de Água em Portugal*. Disponível em: <http://portaldaagua.inag.pt/PT/InfoUtilizador/UsoEficiente/Pages/ConsumoPortugal.aspx>. Consultado em 09/07/2012 às 15h.

- KOWALSKY, G. et al. (2011). *Cistern Design Considerations for Large Rainwater Harvesting Systems*. CONTECH construction products - Professional Development Series.
- GAULKE, L.S. (2005). *On-site wastewater treatment and reuses in Japan*. Seattle: University of Washington. Paper. Disponível em: <http://courses.washington.edu/onsite/ICEPaperGaulkeJohkasou.pdf>. Consultado em 11/07/2012 às 16h.
- LAZAROVA, V. H. et al. (2003). *Using recycled water for non-potable, urban uses: a review with particular reference to toilet flushing*. Water Science and Technology. v. 3, n. 4, p. 69-77.
- LEGGETT, D. J. et al. (2001). *Rainwater and greywater use in buildings: Best practice guidance (C539)*. London: CIRIA.
- LIDERA (2011), *Lidera Sistema de Avaliação da Sustentabilidade. Versão para Ambientes Construídos (V2.00c) LiderA*. Lisboa: Instituto Superior Técnico.
- MATOS COUTINHO, A. C.R.(2009). *Reutilização de Água - Utilização de águas cinzentas in situ*. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Doutorado em Engenharia Civil.
- MATOS, C. et al. (2010). *Economic feasibility of a rainwater recovery system Case study for a residential area in Portugal. Latest Trends on Urban Planning and Transportation*. Vila Real. ISBN:978-960-474-204-2. Disponível em: <http://www.wseas.us/elibrary/conferences/2010/Co-rfu/UPT/UPT-01.pdf>. Consultado em: 21/08/2012 às 18h.
- MEMON, F. A. et al.(2005), *Economic assessment tool for greywater recycling systems*. London: Engineering Sustainability 158 Issue ES3. Paper 14183. Pages 155–161.
- MURASE, M. (2009). *Innovative Rainwater Museum in Japan*. Tokyo: The 8th International Conference on Urban Drainage Modelling and the 2nd International Conference on Rainwater Harvesting and Management. 7-12th September.
- NOLDE, E. (2005). "Greywater recycling systems in Germany-results, experiences and guidelines". Berlin: Water Science and Technology. pp275-284. Disponível em: <http://www.stanford.edu/group/narratives/classes/0809/CEE215/Projects/greendorm/water/GraywaterCD/greywater08/Research%20Articles/WS&T05GryWtrReusGerm.pdf>. Consultado em: 13/07/2012 às 17h.
- NOLDE, E.(2007). *Possibilities of rainwater utilisation in densely populated areas including precipitation runoffs from traffic surfaces*. Berlin: Desalination, 215, p. 1-11. Disponível em: <http://desline.com/articoli/8689.pdf>. Consultado em: 27/08/2012 às 20h.
- OGRRRS (2010). *Ontario Guidelines for Residential Rainwater Harvesting Systems. Handbook, First Edition*. Toronto: Connect the Drops.
- PARTZSCH, L. (2009). *Smart regulation for water innovation - the case of decentralized rainwater technology*. Leipzig, Germany: Journal of Cleaner Production, 17, p. 985-991.
- PATTERSON, R. A. (2001). *Wastewater quality relationships with reuse options*. Oxford: Water Science & Technology, v. 43, n. 10, p.147-154.

- PEDROSO, V. M. R. (2009). *Medidas para um uso mais eficiente da água nos edifícios*. Lisboa: LNEC - Informações Científicas Técnicas, passim.
- PETERS, M.R. (2006). *Potencialidade de uso de fontes alternativas de água para fins não potáveis em uma unidade residencial*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). pg. 109.
- PIDOU, M. et al. (2007). *Greywater recycling: treatment options and applications*. UK: Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Engineering Sustainability, Issue ES3, Paper 1100002. Pages 119–131.
- PINHEIRO, M.D.(2006). *Ambiente e Construção Sustentável*. Instituto do Ambiente. Amadora. Disponível em: [http://www.lidera.info/resources/ACS\\_Manuel\\_Pinheiro.pdf](http://www.lidera.info/resources/ACS_Manuel_Pinheiro.pdf). Consultado em : 28/11/2011 às 15h:50min.
- PNUEA (2012), *Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água - Implementação 2012-2020*. Lisboa: Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território (MAMAOT).
- QUEENSLAND EPA (2005). *Queensland water recycling guidelines*. Queensland, Austrália: Queensland Government, 2005a. 81p. Disponível em: [http://www.derm.qld.gov.au/water/regulation/recycling/pdf/recycle\\_guidelines.pdf](http://www.derm.qld.gov.au/water/regulation/recycling/pdf/recycle_guidelines.pdf). Consultado em: 19/07/2012.
- RADCLIFFE, J. C. (2004). *Water recycling in Australia*. Victoria, Australia: Australia Academy of Technological Sciences and Engineering, 2004. pg.62. Disponível em: <http://www.environment.gov.au/soe/2006/publications/drs/pubs/571/set/hs44radcliffe-water-recycling-in-australia.pdf>. Consultado em:19/07/2012 às 21h.
- REICHMANN, I. B. et al. (2007). *Innovative Water Concepts : Service Water Utilisation in Buildings*. Berlin: Berlin Senate Department for Urban Development. Pag 7-8. Disponível em: [http://www.stadtentwicklung.berlin.de/bauen/oekologisches\\_bauen/download/modellvorhaben/betriebswasser\\_englisch2007.pdf](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/bauen/oekologisches_bauen/download/modellvorhaben/betriebswasser_englisch2007.pdf) . Consultado em: 13/07/2012 às 16h.
- RODRIGUES, J. C. M. R. (2010). *Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais: Dimensionamento e Aspectos Construtivos*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Tese de Mestrado de Hidráulica.
- SCHILLER E. et al. (1982). *Computerized methods in optimizing rainwater catchment systems*. Honolulu, Hawaii, USA: International Conference on Rain Water Cistern Systems, 1st, IRCSA (International Rainwater Catchment Systems Association).
- SEL Environmental *Schematic details*(2011). Disponível em:<http://www.selel.co.uk/resources/Installation%20Schematics.pdf>. Consultado em: 17/07/2012 às 15h.pg.12.
- SILVA, V. G. (2003). *Avaliação da Sustentabilidade de Edifícios de Escritórios Brasileiros: Diretrizes e Base Metodológica*. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.Tese (Doutorado em Engenharia).

- SILVA-AFONSO A. et al. (2011). *Assessing the impact of water efficiency in energy efficiency and reducing GHG emissions: A case study*. Aveiro: Engineering & Development, Issue 4, Vol. 5, 2011, pp. 541-548.
- SILVA-AFONSO A. et al.(2011). *The importance of water efficiency in buildings in Mediterranean countries. The Portuguese experience*. Coimbra: WSEAS International Journal of Systems Applications, Engineering & Development, Issue 1, Vol. 5, 2011, pp. 17-24.
- UN DESA (2008), United Nations Department of Economic and Social Affairs. *World Population to Exceed 9 billion by 2050*. Disponível em: <http://www.un.org/esa/population/publications/wpp2008/pressrelease.pdf>. Consultado a 28/11/2011 às 13h: 25min.
- UN(1993), Assembleia Geral, A/RES/47/193, 22 de fevereiro de 1993, Celebração do Dia Mundial da água. Disponível em: <http://daccess-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N93/100/90/IMG/N9310090.pdf?OpenElement> . Consultado a 21/06/2012 às 11h:23min.
- UNEP (2009). *Rainwater harvesting and utilisation: Examples of rainwater harvesting and utilisation around the world*. Disponível em: <http://www.unep.or.jp/ietc/publications/urban/urbanenv-2/9.asp>. Consultado em: 18/07/2012 às 10h.
- UNEP, UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. *Water and Wastewater Reuse*. Tokyo, Japan: Ministry of Land, Infrastructure and Transport of Japan (MLIT), Public Works Research Institute of Japan (PWRI), Osaka Municipal Government, Infrastructure Development Institute of Japan (IDI). Disponível em:[http://www.unep.or.jp/Ietc/Publications/Water\\_Sanitation/wastewater\\_reuse/Booklet-Wastewater\\_Reuse.pdf](http://www.unep.or.jp/Ietc/Publications/Water_Sanitation/wastewater_reuse/Booklet-Wastewater_Reuse.pdf). Consultado a 05/07/2012 às 13h. Pg. 12.
- USGBC (2008),UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL. *LEED for Homes Program - Pilot Rating System: version 2008*. San Francisco. 104 p. Disponível em: <http://www.usgbc.org/ShowFile.aspx?DocumentID=3638>. Consultado em: 01/08/2012 às 20h.
- USGS(2012), United States Geological Survey. *How much water is there on, in, and above the Earth?*. Disponível em: <http://ga.water.usgs.gov/edu/earthhowmuch.html>. Consultado a 19/06/2012 às 18h:54min.
- WARD, S. et al. (2011). *At the Brink: the Transition of Rainwater Harvesting Systems in the UK*. Porto Alegre /Brazil: 12<sup>nd</sup> International Conference on Urban Drainage. *Paper*. pg. 1., p. 10-15.
- WARD, S. L. (2010). *Rainwater harvesting in the UK: a strategic framework to enable transition from novel to mainstream*. Exeter : University of Exeter. Tese de Doutorado em Engenharia,pg.100.
- WCED (1987). *Our Common Future, Chapter 2: Towards Sustainable Development*. Oxford: Oxford University Press. Disponível em: <http://www.un-documents.net/ocf-02.htm#I>. Consultado a 21/06/2012 às 11h:23min.

- WELS (2012). “*Water Efficiency Labelling and Standards (WELS) Scheme home page*”, disponível em: <http://www.waterrating.gov.au/products/index.html>. Consultado em: 02/08/2012 às 19h.
- WHITE,I. (2009).*Decentralised Environmental Technology Adoption:The Household Experience with Rainwater Harvesting*. Brisbane: Griffith University, School of Environment Science, Environment, Engineering and Technology. Tese de Phd. pg.26 .Disponível em:<http://www4.gu.edu.au:8080/adt-root/uploads/approved/adt-QGU20100610.082709/public/02Whole.pdf>. Consultado em:19/07/2012 às 20h.
- WHO (2008),World Health Organization. *Guidelines for Drinking-water Quality, ThirdEdition,Volume 1- Recommendations*. Disponível em: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/fulltext.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/fulltext.pdf). Consultado em: 23/07/2012 às 15h.

### **Normas, legislações e especificações técnicas:**

- BSI, BS 8515 (2009) - *Rainwater harvesting systems - Code of practice*. London: BSI.
- Decreto-Lei n.º 287/2003, de 12 de novembro 2003, "Código do Imposto Municipal sobre Imóveis", Art.º 43º.
- DIN 1989 (2001), *Rainwater harvesting systems – Part 1: Planning, Installation, operation and maintenance*. Alemanha.
- DIN 1989 (2004). *Rainwater harvesting systems – Part 2: Filters*. Alemanha.
- DIN 1989 (2003), *Rainwater harvesting systems – Part 3: Collection tanks for rainwater*. Alemanha.
- DIN 1989 (2005). *Rainwater harvesting systems – Part 4: Components for control and supplemental supply*. Alemanha.
- ETA 0701 (2009) - *Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais em Edifícios (SAAP)*. Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais, ANQIP. Aveiro.
- ETA 0702 (2009)- *Certificação de Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais*. Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais, ANQIP. Aveiro
- ETA 0802 (2008)- *Certificação e rotulagem de eficiência hídrica de produtos*. Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais, ANQIP. Aveiro.
- ETA 0905 (2011)- *Sistemas Prediais de Reutilização e Reciclagem de Águas Cinzentas (SPRAC)*. Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais, ANQIP. Aveiro.
- ETA 0906 (2011)- *Certificação de Sistemas Prediais de Reutilização e Reciclagem de Águas Cinzentas*. Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais, ANQIP. Aveiro.
- REAL Decreto 1620/2007, Regime Jurídico reutilização da água tratada, de 7 de dezembro. Espanha.
- Regulamento (Ce) N°66/2010 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de novembro de 2009, relativo a um sistema de rótulo ecológico da UE, 2009. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:027:0001:0019:PT:PDF>. Consultado em: 02/08/2012 às 18h.

---

---

## **ANEXOS**

- A1 - Medidas aplicáveis ao uso urbano do PNUEA - 2012-2020
- A2- Definição dos parâmetros necessários para avaliar a qualidade da água da chuva
- A3- Resultados de análises de águas pluviais
- A4- Sistemas típicos de aproveitamento de águas pluviais
- A5- Mapa da pluviosidade média anual em Portugal
- A6- Características da qualidade das águas cinzentas de acordo com a fonte.



*<Esta página foi intencionalmente deixada em branco>*

# **A 1**

Medidas aplicáveis ao uso urbano do PNUEA - 2012-2020

*<Esta página foi intencionalmente deixada em branco>*

Medidas aplicáveis ao uso urbano em situação hídrica normal.

<b>SETOR URBANO</b>		
<b>N°</b>	<b>Designação da medida</b>	<b>Descrição sumária da medida</b>
<b>Sistemas públicos</b>		
<i>Redução de consumos de água</i>		
Medida 01:	Optimização de procedimentos e oportunidades para o uso eficiente da água	- Redução do consumo de água, através da utilização de equipamentos e dispositivos mais eficientes
Medida 02:	Redução de pressão no sistema público de abastecimento	- Controle de pressões no sistema de distribuição pública, mantendo-as dentro dos limites convenientes
Medida 03:	Utilização de sistema tarifário adequado	- Estabelecimento de tarifas e escalões que permitam a aplicação de custos reais
Medida 04:	Utilização de águas residuais urbanas tratadas	- Uso da água residual tratada das ETAR's em usos adequados
<i>Redução de perdas de água</i>		
Medida 05:	Redução de perdas de água no sistema público de abastecimento	- Redução do volume de água perdida na rede pública
<b>Sistemas prediais e instalações coletivas</b>		
<i>Redução de consumos de água</i>		
Medida 06:	Redução de pressão no sistema predial de abastecimento	- Controle de pressões no sistema de distribuição predial, mantendo-as dentro dos limites convenientes
Medida 07:	Isolamento térmico do sistema de distribuição de água quente	- Reduzir o desperdício de água do banho, até que a temperatura ideal seja atingida
Medida 08:	Reutilização ou uso de água de qualidade inferior	- Utilização da água usada nos sistemas prediais, para fins adequados
<i>Redução de perdas de água</i>		
Medida 09:	Redução de perdas de água no sistema público de abastecimento	- Redução do volume de água perdida na rede predial
<b>Dispositivos em instalações residenciais, coletivas e similares</b>		
<i>Redução de consumos de água</i>		
<b>Autoclismos</b>		
Medida 10:	Adequação da utilização de autoclismos	- Alteração de hábitos de uso do autoclismo para descargas mínimas
Medida 11:	Substituição ou adaptação de autoclismos	- Substituição de autoclismos por outros de menor consumo
Medida 12:	Utilização de bacias de retrete sem uso de água	- Substituição das retretes por outras que funcionem sem recurso a água
Medida 13:	Utilização de bacias de retrete por vácuo	- Substituição das retretes por outras que funcionem a vácuo
<b>Chuveiros</b>		
Medida 14:	Adequação da utilização de chuveiros	- Alteração de hábitos no duche e banho reduzindo o tempo de água corrente
Medida 15:	Substituição ou adopção de chuveiros	- Substituição de chuveiros por outros de menor gasto de água

<b>SETOR URBANO</b>		
<b>N°</b>	<b>Designação da medida</b>	<b>Descrição sumária da medida</b>
<b>Torneiras</b>		
Medida 16:	Adequação da utilização de torneiras	- Alteração de hábitos da população de forma a evitar desperdícios de água
Medida 17:	Substituição ou adaptação de torneiras	- Substituição de torneiras por outras de menor gasto de água
<b>Máquinas de lavar roupa</b>		
Medida 18:	Adequação de procedimentos de utilização de máquinas de lavar	- Alteração de comportamentos humanos para minimizar o número de utilizações da máquina
Medida 19:	Substituição de máquinas de lavar roupa	- Substituição das máquinas por outras de menor gasto de água
<b>Máquinas de lavar louça</b>		
Medida 20:	Adequação de procedimentos de utilização de máquinas de lavar louça	- Alteração de comportamentos humanos para minimizar o número de utilizações da máquina
Medida 21:	Substituição de máquinas de lavar louça	- Substituição das máquinas por outras de menor gasto de água
<b>Urinóis</b>		
Medida 22:	Adequação da utilização de urinóis	- Garantir a regulação do volume em função do número de descargas
Medida 23:	Adaptação da utilização de urinóis	- Melhoria do funcionamento através da instalação de sistemas de controlo automático
Medida 24:	Substituição de urinóis	- Substituição de dispositivos convencionais por outros mais eficientes
<b>Sistemas de aquecimento e refrigeração de ar</b>		
Medida 25:	Redução de perdas e consumos em sistemas de aquecimento e refrigeração de ar	- Redução de consumos e perdas em sistemas de aquecimento e refrigeração de ar
<b>Usos exteriores</b>		
<b>Lavagem de pavimentos</b>		
Medida 26:	Adequação de procedimentos na lavagem de pavimentos	- Alteração dos hábitos dos utilizadores de modo a reduzir a quantidade de água
Medida 27:	Utilização de limpeza a seco de pavimentos	- Substituição de água por métodos de limpeza a seco
Medida 28:	Utilização de água residual tratada na lavagem de pavimentos	- Substituição de água por água residual devidamente tratada
<b>Lavagem de veículos</b>		
Medida 30:	Adequação de procedimentos na lavagem de veículos	- Alteração de hábitos na forma de efetuar lavagens de veículos
Medida 31:	Utilização de dispositivos portáteis de água sob pressão na lavagem de veículos	- Substituição de dispositivos convencionais por outros que funcionem a pressão
Medida 32:	Recirculação de água nas estações de lavagem de veículos	- Utilização da água reciclada após tratamento adequado

<b>SETOR URBANO</b>		
<b>N°</b>	<b>Designação da medida</b>	<b>Descrição sumária da medida</b>
<b>Jardins e similares</b>		
Medida 34:	Adequação da gestão da rega em jardins e similares	- Alteração de comportamentos na rega por alteração de intensidade de água ou períodos de rega
Medida 35:	Adequação da gestão do solo em jardins e similares	- Alteração das características do terreno para maior e melhor infiltração e armazenamento de água
Medida 36:	Adequação da gestão das espécies plantadas em jardins e similares	- Alteração das espécies plantadas para redução de água da rega
Medida 37:	Substituição ou adaptação de tecnologias em jardins e similares	- Substituição de sistemas de rega por outros de menor consumo
Medida 38:	Utilização de água da chuva em jardins e similares	- Alimentação de sistemas de rega por água da chuva
Medida 39:	Utilização de água residual tratada em jardins e similares	- Alimentação de sistemas de rega por água residual tratada
<b>Piscinas, lagos e espelhos de água</b>		
Medida 41:	Adequação de procedimentos em piscinas	- Alteração de comportamentos na lavagem de filtros e perdas por transbordo
Medida 42:	Recirculação da água em piscinas, lagos e espelhos de água	- Recirculação da água usada com um tratamento adequado
Medida 43:	Redução de perdas em piscinas, lagos e espelhos de água	- Realização periódica de ensaios de estanquidade e deteção de fugas
Medida 44:	Redução de perdas por evaporação em piscinas	- Instalação de uma cobertura na piscina quando não em uso
Medida 45:	Utilização de água da chuva em lagos e espelhos de água	- Utilização de água da chuva para suprir necessidades de reposição de água
<b>Campos desportivos e outros espaços verdes de recreio</b>		
Medida 47:	Adequação da gestão da rega, do solo e das espécies plantadas em campos desportivos, campos de golfe e outros espaços verdes de recreio	- Efetuar a rega de acordo com as necessidades da espécie vegetal semeada e com o tipo de solo existente
Medida 48:	Utilização de água da chuva em campos desportivos, campos de golfe e outros espaços verdes de recreio	- Utilização de água da chuva para suprir necessidades de rega
Medida 49:	Utilização de água residual tratada em campos desportivos, campos de golfe e outros espaços verdes de recreio	- Utilização de água residual tratada para suprir necessidades de rega

Medidas aplicáveis ao uso urbano em situação hídrica seca.

<b>SETOR URBANO</b>		
<b>Nº</b>	<b>Designação da medida</b>	<b>Descrição sumária da medida</b>
Medida 02:	<b>Redução de pressão no sistema público de abastecimento</b>	- Controle de pressões no sistema de distribuição pública, mantendo-os dentro dos limites convenientes
Medida 03:	<b>Utilização de sistema tarifário adequado</b>	- Estabelecimento de tarifas e escalões que permitam a aplicação de custos reais
Medida 06:	<b>Redução de pressão no sistema predial de abastecimento</b>	- Controle de pressões no sistema de distribuição predial, mantendo-as dentro dos limites convenientes
Medida 10:	<b>Adequação da utilização de autoclismos</b>	- Alteração de hábitos de uso do autoclismo para descargas mínimas
Medida 14:	<b>Adequação da utilização de chuveiros</b>	- Alteração de hábitos no duche e banho reduzindo o tempo de água corrente
Medida 16:	<b>Adequação da utilização de torneiras</b>	- Alteração de hábitos da população de forma a evitar desperdícios de água
Medida 18:	<b>Adequação de procedimentos de utilização de máquinas de lavar</b>	- Alteração de comportamentos humanos para minimizar o número de utilizações da máquina
Medida 20:	<b>Adequação de procedimentos de utilização de máquinas de lavar louça</b>	- Alteração de comportamentos humanos para minimizar o número de utilizações da máquina
Medida 22:	<b>Adequação da utilização de urinóis</b>	- Garantir a regulação do volume em função do número de descargas
Medida 26:	<b>Adequação de procedimentos na lavagem de pavimentos</b>	- Alteração dos hábitos dos utilizadores de modo a reduzir a quantidade de água
Medida 27:	<b>Utilização de limpeza a seco de pavimentos</b>	- Substituição de água por métodos de limpeza a seco
Medida 29:	<b>Proibição de utilização de água do sistema público de abastecimento na lavagem de pavimentos</b>	- Proibição de usar água potável, ou limitação do seu uso por períodos de tempo
Medida 30:	<b>Adequação de procedimentos na lavagem de veículos</b>	- Alteração de hábitos na forma de efetuar lavagens de veículos
Medida 33:	<b>Proibição de utilização de água do sistema público de abastecimento na lavagem de veículos</b>	- Proibição de usar água potável, ou limitação do seu uso por períodos de tempo
Medida 34:	<b>Adequação da gestão da rega em jardins e similares</b>	- Alteração de comportamentos na rega por alteração de intensidade de água ou períodos de rega
Medida 40:	<b>Proibição de utilização de água do sistema público de abastecimento em jardins e similares</b>	- Proibição de usar água potável, ou limitação do seu uso por períodos de tempo
Medida 41:	<b>Adequação de procedimentos em piscinas</b>	- Alteração de comportamentos na lavagem de filtros e perdas por transbordo
Medida 46:	<b>Proibição de utilização de água do sistema público de abastecimento em piscinas, lagos e espelhos de água</b>	- Proibição de usar água potável, ou limitação do seu uso por períodos de tempo
Medida 47:	<b>Adequação da gestão da rega, do solo e das espécies plantadas em campos desportivos, campos de golfe e outros espaços verdes de recreio</b>	- Efetuar a rega de acordo com as necessidades da espécie vegetal semeada e com o tipo de solo existente
Medida 50:	<b>Limitação ou proibição total de rega de campos desportivos, campos de golfe e outros espaços verdes com água potável</b>	- Utilização de água proveniente de outras fontes para lavagens

## **A2**

Definição dos parâmetros necessários para avaliar a qualidade da água da chuva

*<Esta página foi intencionalmente deixada em branco>*

Parâmetros físicos	Definição
Cor	Os sólidos dissolvidos são os principais responsáveis por conferir coloração à água. A cor pode ser classificada em aparente e verdadeira. No valor da cor aparente pode estar presente a parcela causada pela turbidez e quando esta é removida tem-se a cor verdadeira. A medida da cor de uma água é feita pela comparação com soluções conhecidas de platina-cobalto (Pt-Co) ou com discos de vidros corados calibrados com as mesmas soluções. A sua intensidade aumenta com o pH e é influenciada pela turbidez.
Turvação	Representa o grau de alteração à passagem da luz através da água. Os sólidos suspensos são os principais responsáveis pela turbidez causando difusão e absorção da luz. Valores elevados podem reduzir a ação do cloro em processos de desinfecção e servir de abrigo para microrganismos. A turvação é determinada em UNT(Unidades Nefelométricas de Turvação) e são detetáveis a olho nú em valores de 4 UNT.
Cheiro	É causado por substâncias dissolvidas, frequentemente de natureza orgânica, como fenóis e clorofenóis, resíduos industriais, gases dissolvidos, etc. O cheiro pode ser medido sensorialmente (pelo olfato humano) ou por métodos instrumentais, em situações particulares. O cheiro na atmosfera, pelo método sensorial, determina-se com o número de diluições necessárias (com ar inodoro) para reduzir o cheiro à concentração limiar mínima detetável. Os métodos para controlar o odor na água podem incluir arejamento, adsorção em carvão ativado ou ozonização.
Sólidos	A concentração de sólidos totais determina-se a partir da massa de resíduo seco após a evaporação da água a 103-105°C. Pode distinguir-se a fração solúvel e coloidal (Sólidos Dissolvidos Totais – SDT) da fração insolúvel (Sólidos Suspensos Totais – SST), por filtração através de membrana filtrante de vidro seguida de evaporação/ secagem. O teor de SDT é determinado por evaporação e secagem do resíduo a 180±2°C. O conteúdo volátil dos sólidos dissolvidos totais ou sólidos suspensos totais é obtido por calcinação a 500±50°C. O resíduo que se obtém após calcinação corresponde à fração fixa ou não volátil.
Parâmetros químicos	Definição
pH	Representa a concentração de iões hidrogênio H <sup>+</sup> (em escala antilogarítmica). Os sólidos dissolvidos e gases dissolvidos são os principais constituintes que alteram o pH. Sua faixa de variação é de 0 a 14. O valor do pH indica a condição de acidez ou alcalinidade da água. Valores baixos de pH (menores que 7) no pH indicam potencial corrosividade e agressividade da água, o que pode levar à deterioração das tubulações e peças por onde essa água passa. Valores elevados de pH podem levar ao surgimento de incrustações em tubulações. Praticamente todas as fases de tratamento e controlo da água são dependentes do pH: neutralização, precipitação, coagulação, desinfecção, etc.

Parâmetros químicos	Definição
Alcalinidade	É a medida da capacidade de neutralizar os ácidos através da quantidade de iões na água que reagirão para neutralizar os iões de hidrogênio. Os principais constituintes são os sólidos dissolvidos na forma de bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ), carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) e os hidróxidos ( $\text{OH}^-$ ). Normalmente medida conjuntamente com a dureza para avaliar o conteúdo mineral de uma água e propor o tratamento adequado.
Dureza	Representa a concentração de cátions multimetálicos em solução ( $\text{Ca}^{2+}$ e $\text{Mg}^{2+}$ ). A dureza pode ser classificada em dureza carbonato (temporária, correspondente à alcalinidade, associada a $\text{HCO}_3^-$ e $\text{CO}_3^{2-}$ ) e dureza não carbonato (permanente, associada a ânions como $\text{Cl}^-$ e $\text{SO}_4^{2-}$ ). Os constituintes responsáveis são os sólidos dissolvidos originários da dissolução de minerais contendo Cálcio e Magnésio. A principal consequência das águas duras é a redução na formação de espumas e o surgimento de incrustações nas tubulações de água quente. As águas são classificadas em termos de dureza da seguinte forma: 1) Macia – entre 0 e 75 mg/l $\text{CaCO}_3$ ; 2) Média – entre 75 e 150 mg/l $\text{CaCO}_3$ ; 3) Dura – entre 150 e 300 mg/l $\text{CaCO}_3$ ; 4) Muito Dura – superior a 300 mg/l $\text{CaCO}_3$ .
Ferro e Manganês	Tem origem natural na dissolução de componentes do solo. Quando estão em suas formas insolúveis ( $\text{Fe}^{3+}$ e $\text{Mn}^{4+}$ ) podem causar cor na água e acarretar manchas durante a lavagem de roupas e em utensílios sanitários. Os constituintes responsáveis são os sólidos dissolvidos.
Cloretos e Sulfatos	Os cloretos são componentes resultantes da dissolução de sais. Os constituintes responsáveis estão na forma de sólidos dissolvidos. Em determinadas concentrações pode conferir sabor salgado à água, a presença elevada pode causar corrosão em tubulações de aço e de alumínio, além de alterar o sabor da água. Em relação aos Cloretos os constituintes responsáveis por este parâmetro estão na forma de sólidos dissolvidos. O ião Sulfato pode ser um indicador de poluição de uma das fases da decomposição da matéria orgânica e dependendo da concentração pode produzir efeitos laxativos (valores >250mg/l) e níveis elevados podem provocar a corrosão do betão e, se o teor de OD baixar muito, pode ser reduzido a $\text{H}_2\text{S}$ e causa mal cheiro.
Oxigénio Dissolvido (OD)	O parâmetro ambiental Oxigénio Dissolvido permite determinar se os processos biológicos são aeróbios ou anaeróbios e verificar se mantêm condições favoráveis ao crescimento e reprodução normal de organismos aquáticos. É ainda a base do teste da Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO), a determinação mais importante utilizada para avaliar a capacidade poluente dos resíduos industriais e domésticos e é utilizado para controlo da taxa de arejamento em processos biológicos. O Oxigénio Dissolvido interfere na corrosão do ferro e do aço, particularmente em sistemas de distribuição de água e geradores de calor
Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO) e Carência química de Oxigénio (CQO)	A matéria orgânica pode ter origem natural ou antropogénica e é mensurada através do consumo de oxigénio dissolvido na água. A matéria carbonácea (com base no carbono orgânico) divide-se em fração não biodegradável (em suspensão e dissolvida) e fração biodegradável (em suspensão e dissolvida). Devido à variedade de compostos presentes na matéria orgânica são utilizadas medidas indiretas para sua quantificação, como: a CBO (Carência Bioquímica de Oxigénio) e a CQO (Carência Química de Oxigénio). A CBO exprime a quantidade de oxigénio necessário para oxidar a matéria orgânica biodegradável, por meio de uma população microbiológica mista. Na CQO a oxidação da matéria orgânica é realizada com o uso de um oxidante ( dicromato de potássio) em meio ácido.

fonte: adaptado de Bertolo, 2006; Alves, 2010

Parâmetros químicos	Definição
Nitratos e Nitritos	Os Nitritos ocupam uma posição intermédia no processo de oxidação do azoto amoniacal a nitratos e na redução deste a azoto gasoso ou óxidos de azoto, em condições anaeróbias. Não aparecem ou aparecem em concentrações muito baixas em águas naturais não poluídas, pois são rapidamente oxidados a nitratos por ação de nitrobactérias. Os Nitratos constituem a forma mais oxidada do azoto presente nas águas residuais ou efluentes tratados. Nas estações de tratamento que não incluem um processo de desnitrificação, obtém-se um efluente muito rico em nitratos, com vários inconvenientes ao nível do meio hídrico recetor (perigo de eutrofização) e de algumas utilizações da água (a concentração máxima admissível em águas para consumo doméstico é de 50 mg NO <sub>3</sub> /l).
Parâmetros biológicos	Definição
Coliformes Totais	As bactérias do grupo coliforme são utilizadas como organismos indicadores de contaminação. Geralmente não são patogênicas, mas indicam a possibilidade da presença de organismos patogênicos. Os coliformes totais indicam as condições higiênicas e podem estar presentes inclusive em águas e solos não contaminados.
Coliformes Fecais	É o grupo de bactérias originário predominantemente do intestino humano e de outros animais. A principal bactéria do grupo é <i>Escherichia coli</i> , abundante nas fezes homens e de animais de sangue quente. Sua presença na água constitui indicação de contaminação por fezes e algumas espécies de <i>Escherichia coli</i> são patogênicas.
Enterococos	São bactérias do grupo dos Estreptococos fecais, pertencentes ao género <i>Enterococcus</i> . Constitui outro indicador de poluição fecal largamente utilizado. Os estreptococos podem viver mais tempo no meio aquático natural do que os coliformes fecais, mas existem em muito menor número nas fezes humanas. São mais abundantes nas fezes de alguns animais domésticos (por exemplo cães e gatos) e de muitos animais selvagens. Contrariamente ao que se verifica com os coliformes, os estreptococos fecais são capazes de resistir a um tratamento químico a pH 9 ou superior, podendo ser usada para avaliar a eficiência de tratamento.
Clostrídios sulfitorreductores	Pertencente ao grupo de bactérias de <i>Clostridium Perfringens</i> , a análise deste tipo de bactérias tem sido utilizada como indicador bacteriológico de contaminação fecal, pois a sua incidência no meio aquático está constantemente associada a dejetos humanos, sendo a sua presença detetada em fezes, esgotos e águas poluídas. Essas bactérias apresentam elevado potencial patogénico, com elevada morbidade devido a várias toxinas e enzimas produzidas por este microrganismo. A presença destas bactérias na água pode causar intoxicações alimentares, gastroenterites, gangrena gasosa (doença letal) e enterite necrosante.
Pseudomonas Aeruginosas	São bactérias frequentemente encontradas na matéria fecal, no solo, em água e no esgoto. Como esta não está universalmente presente na matéria fecal e no esgoto não pode ser utilizada como um indicador de contaminação fecal. Esta bactéria pode multiplicar-se num ambiente aquático enriquecido e na superfície de materiais orgânicos em contacto com a água. Porém, a sua presença pode ser utilizada para avaliar a limpeza geral do sistema de distribuição de água e a qualidade da água engarrafada. Esta bactéria também tem sido encontrada em vários alimentos. Em indivíduos com baixa resistência, como idosos e crianças, este tipo de bactéria quando ingerido pode causar infeções do trato intestinal e urinário.

fonte: adaptado de Bertolo, 2006; Alves, 2010

*<Esta página foi intencionalmente deixada em branco>*

## **A3**

Resultados de análises das águas pluviais

*<Esta página foi intencionalmente deixada em branco>*

## Resultados de análises das águas pluviais de vários estudos.

Parâmetros	Concentrações (mg/l) (Do Vale, A. (2011)), colhido num parque de Estacionamento. (10 amostras)*	Concentrações (mg/l). Águas de escorrências em estradas nacionais - IP6 (47 amostras)**	Concentrações (mg/l) Escorrência de ruas***	Concentrações (mg/l) (amostra colhida no telhado - ES-Brasil)****	Concentrações (mg/l) (amostra colhida no telhado-RS-Brasil)*****	Concentrações (mg/l) (amostra colhida no telhado em RS-Brasil)*****
pH	7,61 (7,26-7,98)	6,50 (4,43- 7,52)	-	6,52 ( 6,33-6,70)	7,48 ( 6,62 - 8,60)	7,31 (6,59-7,63 )
Cond (uS/cm)	160,2 (50,2-362)	384,3 (132,0- 722,0)	-	56,3 ( 15,5-76,0)	-	115,0 (76,4 - 159,8 )
T(°C)	17,9 (15,7-22,4)	-	-	-	-	-
CBO5 (mg(O <sub>2</sub> )/l)	54,2 (3-186)	8,1 (1,0- 20,0)	15-141	4,1 ( 0,8 -7,1)	-	6,6 ( 2,1 -10,2)
CQO (mg(O <sub>2</sub> )/l)	299,7 (6-950)	173,3 (4,0-690,0)	48-964	46,1 ( 7,9-64,1)	9,8 ( 0,3- 23,3)	31,7 ( 13,3 - 54,9)
SST (mg/l)	268,5 (17-900)	235,6 (11,0 -1800,0)	49-498	185,0 ( 67,0 - 393,0)	2,9 ( 0,2 -12,0)	56,3 ( 8,6 -155,2)
Chumbo (mg/l)	0,17 (0,1-0,23)	0,0095 (0,01- 0,058)	-	-	-	-
Cobre (mg/l)	0,19 (0,12-0,34)	0,032 (0,003 - 0,137)	0,027-0,191	-	-	-
Ferro (mg/l)	2,74 (0,35-12)	-	0,071-0,523	-	-	-
Zinco (mg/l)	0,57 (0,1-1,3)	0,077 ( 0,0067-0,51)	0,246-3,839	-	-	-
Óleos e Gorduras (mg/l)	2,56 (0,4-11)	0,5 (0,0 -1,0)	-	-	-	-
Hidrocarbonetos Totais (mg/l)	1,04 (0,4-2)	0,3 (0,1- 0,7)	-	-	-	-
Turbidez (UNT)	-	-	-	37,0 ( 14,0 -70,0)	4,6 (2,0-9,7)	35,0 (7,5 -88,6)
Dureza (mg/l)	-	159,2 (71,0-569,0)	-	26,4 (10,0 - 36,0)	41,5 (6,0 -86,0)	52,1 ( 37,7 -75,4)
Alcalinidade (mg/l)	-	-	-	15,6 ( 11,7- 19,3)	31,2 (13,6-46,0)	40,3 ( 29,3 -62,5)
Cloretos (mg/l)	-	35 (4,2 - 53,0)	-	8,0 ( 2,7 -10,4)	5,3 (0,0 -21,1)	7,4 ( 1,6-16,6 )
Sulfato (mg/l)	-	-	-	12,2 (4,0 -16,3)	5,0 ( 0,8 - 12,3)	4,7 ( 3,5 - 6,2)
Nitrato (mg/l)	-	4,8 (0,3 -9,0)	-	0,45 ( 0,32 -0,67)	0,44 (0,00-1,52 )	0,80 (0,67-1,06 )
E.coli (NMP/100ml)	-	-	-	-	15,4 ( 1,0-114,0)	55,8 ( 1,0-1137,0)

\*Fonte:Do Vale, A., 2011

Legenda: x – concentrações médias; (x-x) intervalo de valores observados

\*\*Fonte: Adaptado de Barbosa et al., 2008

\*\*\*Fonte: Adaptado de Gromaire-Mertz et al., 1999.

\*\*\*\*Fonte:ANNECCHINI, K.P.V., 2005

\*\*\*\*\*Fonte: PETERS, M.R., 2006

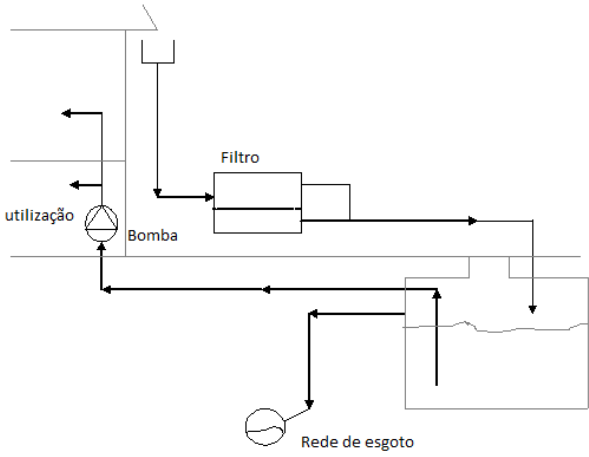
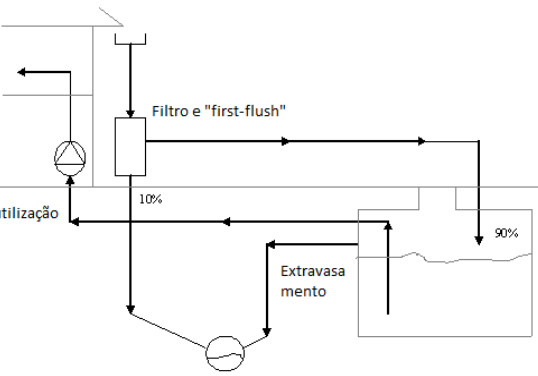
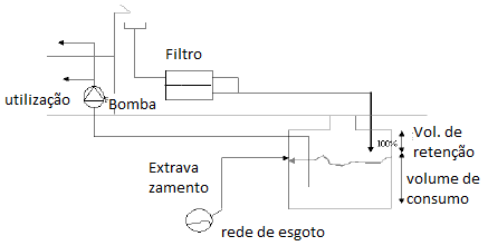
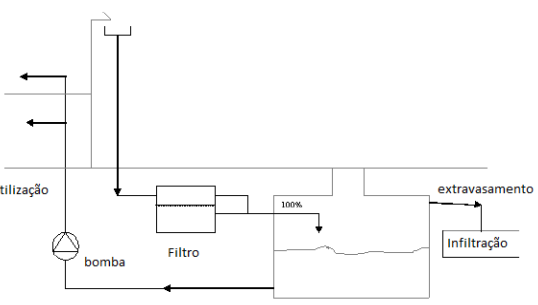
\*\*\*\*\*Fonte: HAGEMANN, S. E, 2009.

*<Esta página foi intencionalmente deixada em branco>*

## **A4**

Sistemas típicos de aproveitamento de águas pluviais

*<Esta página foi intencionalmente deixada em branco>*

Propriedades hidráulicas para sistemas de aproveitamento de águas pluviais		
Tipos	Configurações hidráulicas	Croqui do sistema
<b>Sistema de fluxo total</b>	O escoamento superficial total é conduzido para uma cisterna, passando antes por um filtro. O extravasamento é feito diretamente para rede de esgoto quando a cisterna se apresentar cheia.	
<b>Sistema de derivação</b>	Apresenta uma derivação no tubo de queda para desvio das primeiras chuvadas. A parcela recolhida é separada do fluxo total nesta derivação e o excesso de água é encaminhada para a rede de esgoto.	
<b>Sistema de retenção</b>	A cisterna apresenta um volume adicional para águas pluviais, para diminuição das cheias, antes de ser conduzido para a rede de esgoto.	
<b>Sistema com infiltração</b>	O excesso de escoamento é dirigido à infiltração local, ao invés de ser conduzida para a rede de esgoto, auxiliando a recuperação do balanço hídrico original	

Fonte: Herrmann & Schmida, 1999 apud Ward S., 2010.

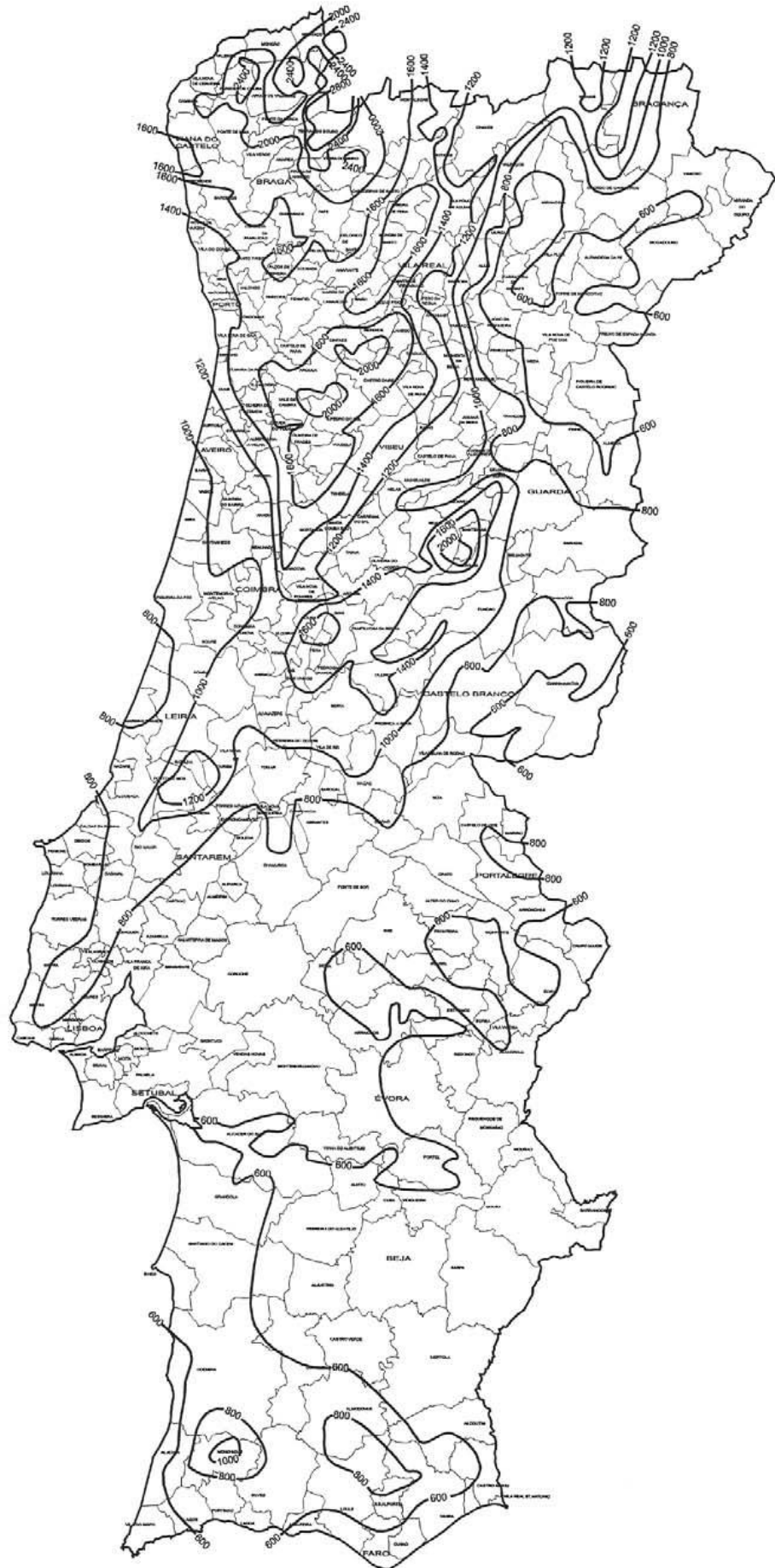
Tipos de bombeamento para sistemas de aproveitamento de águas pluviais		
Tipos	Configurações hidráulicas	Croqui do sistema
<b>Bombeamento direto</b>	A água da chuva é bombeada diretamente da cisterna para a rede de distribuição.	<p>Este diagrama ilustra um sistema de bombeamento direto. A água da chuva cai em uma cisterna localizada no telhado. Uma bomba instalada na cisterna bombeia a água diretamente para um filtro. Após o filtro, a água é distribuída para os pontos de utilização dentro do edifício. O sistema também mostra uma conexão com a rede de esgoto.</p>
<b>Bombeamento indireto</b>	A água da chuva é bombeada para uma cisterna no topo do edifício e por gravidade é distribuído para utilização.	<p>Este diagrama ilustra um sistema de bombeamento indireto. A bomba bombeia a água para uma cisterna no topo do edifício. A água é distribuída por gravidade para os pontos de utilização. O sistema também mostra uma conexão com a rede de esgoto e um ponto de extravasamento.</p>
<b>Alimentação por gravidade</b>	A cisterna situada no topo da edificação abastece os pontos de utilização por gravidade	<p>Este diagrama ilustra um sistema de alimentação por gravidade. A cisterna situada no topo da edificação abastece os pontos de utilização por gravidade. O sistema também mostra uma conexão com a rede de esgoto e um ponto de extravasamento.</p>

Fonte: Leggett et al., 2001 apud Ward S., 2010.

## **A5**

Mapa da pluviosidade média anual em Portugal

*<Esta página foi intencionalmente deixada em branco>*



*<Esta página foi intencionalmente deixada em branco>*

## **A6**

Características da qualidade das águas cinzentas de acordo com a fonte.

*<Esta página foi intencionalmente deixada em branco>*

Parâmetros	CB	BA	L	LL	MLR	MLL
<b>Físicos</b>						
T (°C)		29 <sup>(1)</sup>		27 <sup>(1)</sup>	32 <sup>(1)</sup>	38 <sup>(1)</sup>
Turbidez (UNT)	60-240	92 <sup>(2)</sup> 28-96 <sup>(3)</sup> 49-69 <sup>(4)</sup>	102		50-210 <sup>(1)</sup> 108 <sup>(2)</sup> 14-296 <sup>(3)</sup>	
ST (mg/l)		631 <sup>(2)</sup> 777-1090 <sup>(5)</sup> 250 <sup>(6)</sup>	835* <sup>(5)</sup> 558 <sup>(2)</sup>	1272-2410 <sup>(5)</sup> 2410 <sup>(6)</sup>	658 <sup>(2)</sup> 350-2021 <sup>(5)</sup> 410-1340 <sup>(6)</sup>	45-2819 <sup>(5)</sup> 1500 <sup>(6)</sup>
SST (mg/l)	48-120 <sup>(1)</sup>	76 <sup>(2)</sup> 54-303 <sup>(5)</sup> 120 <sup>(6)</sup> 54-200 <sup>(7)</sup>	40 <sup>(2)</sup> 259 <sup>(5)</sup> 181 <sup>(7)</sup>	185 <sup>(8)</sup> 625-720 <sup>(5)</sup> 720 <sup>(6)</sup>	88-250 <sup>(1)</sup> 68 <sup>(2)</sup> 65-280 <sup>(5)</sup> 120-280 <sup>(6)</sup> 165 <sup>(7)</sup>	15-525 <sup>(5)</sup> 440 <sup>(6)</sup> 235 <sup>(7)</sup>
SSV (mg/l)		102 <sup>(5)</sup> 85 <sup>(6)</sup> 9-153 <sup>(7)</sup>	36-86 <sup>(5)</sup> 72 <sup>(7)</sup>	459-670 <sup>(5)</sup> 670 <sup>(6)</sup>	97-106 <sup>(5)</sup> 69-170 <sup>(6)</sup> 97 <sup>(7)</sup>	10-424 <sup>(5)</sup> 370 <sup>(6)</sup>
<b>Químicos</b>						
pH	6,4-8,1 <sup>(3)</sup> 7,14 <sup>(8)</sup>	7,6 <sup>(4)</sup> 6,7-7,4 <sup>(10)</sup> 6,7-7,43 <sup>(8)</sup>	8,1 <sup>(4)</sup> 7-8,1 <sup>(8)</sup>	6,48 <sup>(8)</sup> 6,3-7,4 <sup>(9)</sup>	9,3-10 <sup>(3)</sup> 8,1 <sup>(4)</sup> 7,5-10 <sup>(8)</sup>	8,2 <sup>(8)</sup>
Condutividade (µS/cm)		82 - 250 <sup>(1)</sup>			190 - 1.400 <sup>(1)</sup>	
Alcalinidade (mg/l)		24-43 <sup>(1)</sup>			83-200 <sup>(1)</sup>	
CBO <sub>5</sub> (mg/l)	75 <sup>(6)</sup> 76-200 <sup>(8)</sup>	237 <sup>(6)</sup>	93* <sup>(6)</sup>	377* <sup>(6)</sup>	381* <sup>(6)</sup> 48-290 <sup>(8)</sup>	262* <sup>(6)</sup>
CQO (mg/l)	165 <sup>(6)</sup>	184-221 <sup>(7)</sup> 319 <sup>(6)</sup>	221 <sup>(7)</sup> 270 <sup>(6)</sup>	679* <sup>(6)</sup> 644 <sup>(7)</sup>	996 <sup>(6)</sup> 1164 <sup>(7)</sup>	547* <sup>(6)</sup>
Óleos e graxas	77-164 <sup>(10)</sup>	37-78		323 <sup>(10)</sup>	8,0-35, 8-181 <sup>(10)</sup>	328 <sup>(10)</sup>
Boro (mg/L)	0,41 <sup>(8)</sup>	0,35 <sup>(8)</sup>	0,44 <sup>(8)</sup>	0,02 <sup>(8)</sup>	0,4 <sup>(8)</sup>	3,8 <sup>(8)</sup>
Sódio (mg/l)	112 <sup>(8)</sup>	151 <sup>(8)</sup>	131 <sup>(8)</sup>	89 <sup>(8)</sup>	530 <sup>(8)</sup>	641 <sup>(8)</sup>
Cloreto (mg/l)		9,0-18,0 <sup>(1)</sup>			9,0-88,0 <sup>(1)</sup>	
<b>Nutrientes</b>						
N-total	4,6-20 <sup>(3)</sup>	17 <sup>(1)</sup> 5-10 <sup>(2)</sup>		74 <sup>(1)</sup> 15,4-42,5 <sup>(9)</sup>	6-21 <sup>(1)</sup> 1-40 <sup>(3)</sup>	40 <sup>(1)</sup>
NTK (Azoto total)	4,6-20 <sup>(3)</sup>	17 <sup>(1)</sup> 5-10 <sup>(2)</sup>	74 <sup>(1)</sup> 15,4-42,5 <sup>(9)</sup>		6-21 <sup>(1)</sup> 1-40 <sup>(3)</sup>	40 <sup>(1)</sup>
NH <sup>4</sup> -N (Azoto Amoniacal)	<0,1-15 <sup>(3)</sup> 0,89-1,1 <sup>(8)</sup>	2 <sup>(1)</sup> 1,56 <sup>(4)</sup> 1,1-1,2 <sup>(5)</sup> 1,34 <sup>(6)</sup> 0,11-0,37 <sup>(7)</sup> 1,2 <sup>(8)</sup>	0,53 <sup>(4)</sup> 0,3 <sup>(5)</sup> 1,15 <sup>(6)</sup> 0,39-1,2 <sup>(8)</sup>	6 <sup>(1)</sup> 4,6 <sup>(4)</sup> 0,3 <sup>(5)</sup> 5,44 <sup>(6)</sup> 0,6-6 <sup>(8)</sup> 0,2-23 <sup>(9)</sup>	0,4-0,7 <sup>(1)</sup> <0,1-0,9 <sup>(3)</sup> 10,7 <sup>(4)</sup> 2 <sup>(5)</sup> 11,3 <sup>(6)</sup> 0,06-3,47 <sup>(7)</sup> 4,9-11 <sup>(8)</sup>	4,5 <sup>(1)</sup> 4,5-5,4 <sup>(8)</sup>

Parâmetros	CB	BA	L	LL	MLR	MLL
NO <sub>3</sub> & NO <sub>2</sub> (Nitratos e Nitritos)	<0,05- 0,2	0,4 <sup>(1)</sup> 0,9 <sup>(4)</sup> 4,2-6,3 <sup>(5)</sup> 0,36 <sup>(6)</sup>	0,34 <sup>(4)</sup> 6 <sup>(5)</sup> 0,28 <sup>(6)</sup>	0,3 <sup>(1)</sup> 0,45 <sup>(4)</sup> 5,8 <sup>(5)</sup> 0,56 <sup>(6)</sup>	0,4-0,6 <sup>(1)</sup> 0,1-0,31 <sup>(3)</sup> 1,6 <sup>(4)</sup> 2 <sup>(5)</sup> 1,26 <sup>(6)</sup>	0,3 <sup>(1)</sup>
P-total	0,11- 1,8 <sup>(3)</sup>	2 (1) 0,2-0,6 (2)		74 <sup>(1)</sup>	21-57 (1) 0,062-42 (3)	68 <sup>(1)</sup>
PO <sub>4</sub> -P	4,56- 5,3 <sup>(8)</sup>	1 <sup>(1)</sup> 1,63 <sup>(4)</sup> 5,3-19,2 <sup>(5)</sup> 0,94 <sup>(6)</sup> 10-19 <sup>(8)</sup>	45,5 <sup>(4)</sup> 13,3 <sup>(5)</sup> 48,8 <sup>(6)</sup> 13-49 <sup>(8)</sup>	31 <sup>(1)</sup> 15,6 <sup>(4)</sup> 26 <sup>(5)</sup> 12,7 <sup>(6)</sup> 13-31 <sup>(8)</sup> 0,4-4,7 <sup>(9)</sup>	4-15 <sup>(1)</sup> 101 <sup>(4)</sup> 21 <sup>(5)</sup> 171 <sup>(6)</sup> 4-170 <sup>(8)</sup>	32 <sup>(1)</sup> 32-537 <sup>(8)</sup>
<b>Microbiológicos</b>						
Coliformes totais (NMP/ 100 ml)	500 – 2,4 x 10E7 <sup>(12)</sup> 70-8,2 x 10E3 <sup>(13)</sup> 5 x 10E4- 6 x 10E6 <sup>(14)</sup>				2,3x 10E3- 3,3 x 10E5 <sup>(12)</sup> 85-89 x 10E4(13) 7 x 10E 5 <sup>(14)</sup>	
Coliformes fecais (NMP/ 100 ml)	170- 3,3 x 10E3 <sup>(12)</sup> 1-2,5 x 10E 3 <sup>(13)</sup> 32-6,0 x 10E2 <sup>(14)</sup>				9,0 x 10E4- 1,6 x 10E4 <sup>(12)</sup>	
Estreptococos fecais	79- 2,4 x 10E3 <sup>(12)</sup> 1-7,0 x 10E4 <sup>(13)</sup>				5,1x10E3 – 5,5 x 10E8 <sup>(11)</sup> 23-<24 x 10E3 <sup>(12)</sup> 1-13 x 10E5 <sup>(13)</sup>	
E. coli termotolerante					9,4 x 10E4- 3,8 x 10E8 <sup>(11)</sup>	
E.coli					1,3 x 10E5 - 2,5 x 10E8 <sup>(11)</sup>	

Fonte: (1) Siegrist et al. (1976); (2) Nolde (1999); (3)Christova-Boal et al. (1996); (4) Surendran & Wheatley (1998); (5) Almeida et al. (1999); (6) Laak (1974); (7) Rose et al.(1991); (8) Friedler (2004); (9)Shin et al. (1998); (10) Burrows et al. (1991); (11) Günther (2000); (12) Christova-Boal et al. (1996); (13) Siegrist et al (1976); (14) Surendran & Wheatley (1998).apud

Nota: casas de banho (CB) e, dentro destas, da banheira (BA), do lavatório (L), do lava-loiça (LL), da máquina de lavar roupa (MLR) e máquina de lavar loiça (MLL).

## APÊNDICES

**Apêndice 1** - ETA 0701 - Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais em Edifícios (SAAP);

**Apêndice 2** - ETA 0702- Certificação de Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais;

**Apêndice 3** - Especificações de rotulagem de eficiência hídrica de produtos;

**Apêndice 4** - ETA 0905: Sistemas Prediais de Reutilização e Reciclagem de Águas Cinzentas (SPRAC);

**Apêndice 5** - ETA 0906 - Certificação de Sistemas Prediais de Reutilização e Reciclagem de Águas Cinzentas.

*<Esta página foi intencionalmente deixada em branco>*

## **APÊNDICE 1**

ETA 0701 - Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais em Edifícios (SAAP)

*<Esta página foi intencionalmente deixada em branco>*

## **APÊNDICE 2**

ETA 0702- Certificação de Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais

*<Esta página foi intencionalmente deixada em branco>*

## **APÊNDICE 3**

Especificações de rotulagem de eficiência hídrica de produtos

*<Esta página foi intencionalmente deixada em branco>*

## **APÊNDICE 4**

ETA 0905: Sistemas Prediais de Reutilização e Reciclagem de Águas Cinzentas (SPRAC).

*<Esta página foi intencionalmente deixada em branco>*

## **APÊNDICE 5**

ETA 0906 - Certificação de Sistemas Prediais de Reutilização e Reciclagem de Águas  
Cinzentas.